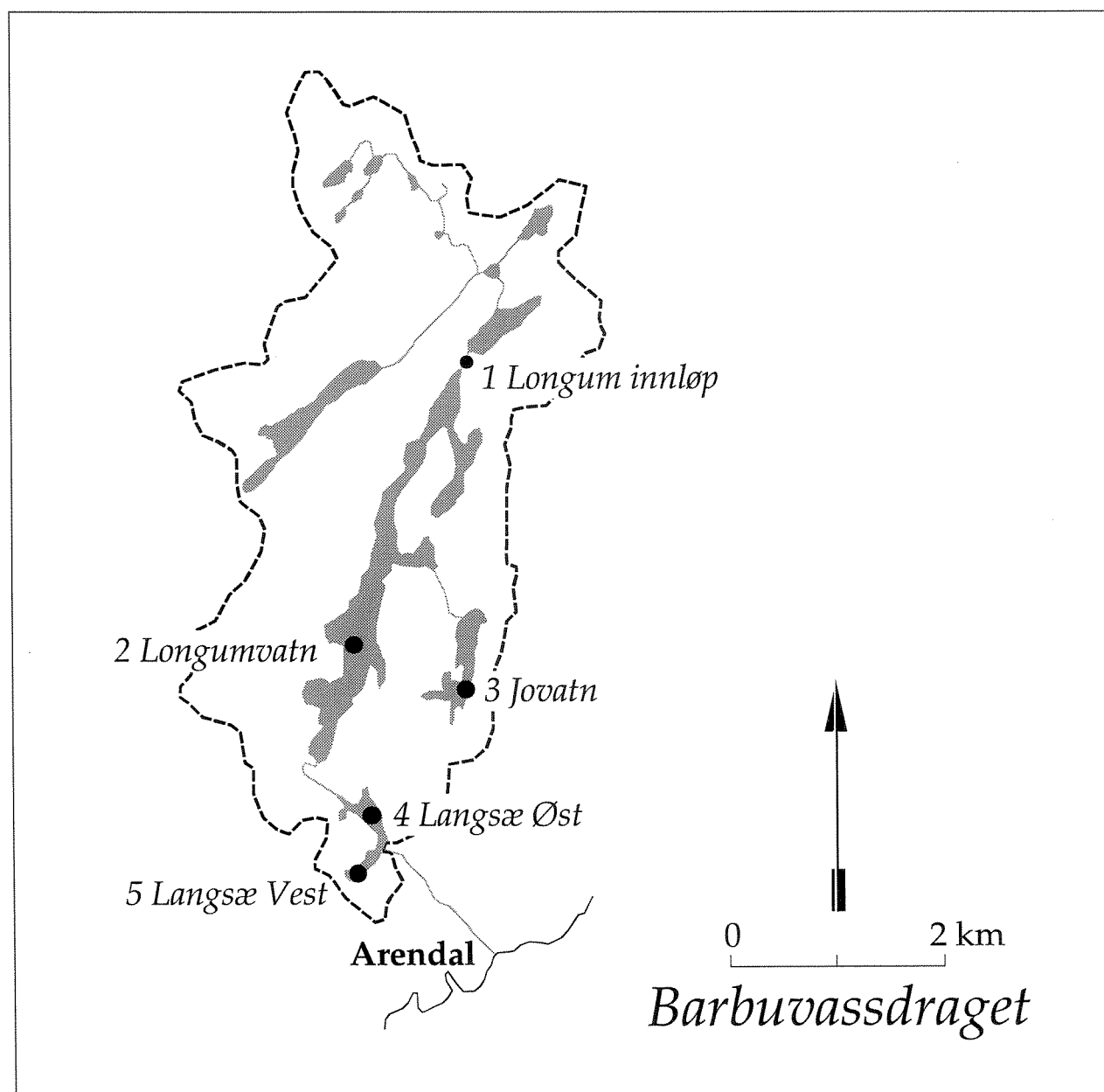


RAPPORT LNR 3855-98

Barbuvasdraget i Aust-Agder.

Vannkvalitetsundersøkelse 1995-
1997 og resultater fra prøvefiske.



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Barbuassdraget i Aust-Agder. Vannkvalitetsundersøkelse 1995-1997 og resultater fra prøvefiske. <i>(The Barbu watercourse in Aust-Agder county. Water quality surveillance 1995-1997 and results from test-fishing)</i>	Løpenr. (for bestilling) 3855-98	Dato April 1998	
	Prosjektnr. Undernr. O-94216	Sider 47	Pris kr. 75,-
Forfatter(e) Kaste, Øyvind Kleiven, E.	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon	
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse
--	--------------------------

Sammendrag

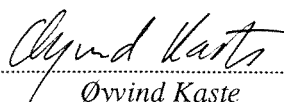
Barbuassdraget ved Arendal ble undersøkt i 1995-1997 for å vurdere vannkvalitetsforholdene, sammenligne med tidligere undersøkelser og å dokumentere fiskestatus i innsjøen Longum.

Vassdraget var moderat til sterkt påvirket av næringssalter, lite til markert påvirket av tarmbakterier og lite til moderat påvirket av surhet. Vestre Langsæ var mest belastet med næringssalter, og Østre Langsæ var mest belastet med tarmbakterier. I østre og vestre basseng av Langsæ har det vært en svak nedgang i konsentrasjonene av total fosfor i perioden 1978-1997. Dette viser bl.a. at restaureringstiltaket i Vestre Langsæ (uttapping av bunnvann) har hatt positiv effekt. Ellers har det generelt vært små vannkvalitetsendringer i vassdraget i denne perioden.

For å komme nærmere en akseptabel vannkvalitet i alle innsjøer i vassdraget, bør en fortsette arbeidet med forurensningsbegrensende tiltak og restaureringstiltak. Det er foreslått utarbeidelse av et forurensningsregnkapp for vassdraget samt en ny vannkvalitetsundersøkelse om ca. 5 år.

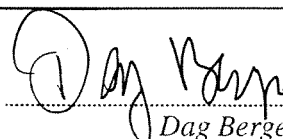
Det ble i alt fanget 99 tryter (abbor), 35 sørv og 5 gjedder ved prøvefisket i Longum i 1996. Det har vært en negativ utvikling mht. fisk i innsjøen de siste 20 årene, med introduksjon av sørv og redusert forekomst av suter, gjedde, tryte og ål. Det er foresatt tiltak for å gjenopprette gode fiskemuligheter i innsjøen.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vassdrag	1. Watercourse
2. Vannkvalitet	2. Water quality
3. Fisk	3. Fish
4. Resipientundersøkelse	4. Recipient surveillance



Øyvind Kaste
Prosjektleder

ISBN 82-577-3436-5



Dag Berge
Forskningssjef

**Barbuwassdraget i Aust-Agder.
Vannkvalitetsundersøkelse 1995-1997 og resultater
fra prøvefiske.**

Forord

NIVA ble i 1994 bedt om å utarbeide et langtidsprogram for overvåking av viktige vann og vassdrag i Arendal kommune. I vårt prosjektforslag datert 7.6.94 ble det foreslått en rullerende overvåking av tre større vassdrag (Molands-/ Långangvassdraget, Barbuassdraget og Assævvatn/Lilleelv), samt årlige undersøkelser av mindre vassdrag. Prosjektforslaget ble vedtatt av Arendal kommunes miljøvernutvalg den 22.8.94.

Overvåkingen av Barbuassdraget har foregått i perioden 1995-1997, og ansvarlig for NIVAs prøvetaking har vært Jarle Håvardstun. De vannkjemiske prøvene er analysert på KM-lab i Grimstad (1995-1996) og ved NIVAs laboratorium i Oslo (1997).

Prøvefisket i Longum i 1996 er organisert, bearbeidet og rapportert av Einar Kleiven. Informasjon om avløpsforhold er framskaffet av Christian Andersen ved teknisk etat i Arendal kommune.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært miljøvernrådgiver Erik Andreassen.

Grimstad, april 1998

Øyvind Kaste

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn og formål	8
1.2 Materiale og metoder	8
1.3 Områdebeskrivelse	9
1.4 Nedbør	11
2. Vannkvalitet	13
2.1 Temperatur, oksygen, siktedyp og klorofyll	13
2.2 Næringssalter	16
2.3 Tarmbakterier	18
2.4 Organisk stoff og partikler	20
2.5 Surhet	20
3. Prøvefiske i Longum 1996	24
3.1 Innledning	24
3.2 Resultater	24
4. Vurdering av resultatene	29
4.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand	29
4.2 Vannkvalitetsutvikling 1978-1997	30
4.3 Fiskebestandene i Longum	33
4.4 Vurdering av behov for tiltak	36
5. Litteratur	37
Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem	40
Vedlegg B. Primærdata	41
Vedlegg C. Utfyllende informasjon om fisk	46

Sammendrag

Vannkvaliteten i Barbuassdraget ble undersøkt i 1995-1997 som et ledd i en langtidsplan for rullerende overvåkning av viktige vann og vassdrag i Arendal kommune. Undersøkelsene har hatt som formål å vurdere vannkvaliteten i vassdraget, sammenligne med tidligere undersøkelser og å dokumentere fiskestatus i Longum.

Vannkvalitet

Barbuassdraget var moderat til sterkt påvirket av næringssalter (klasse II "god" til klasse IV "dårlig"), lite til markert påvirket av tarmbakterier (klasse I "meget god" til klasse III "mindre god") og lite til moderat påvirket av surhet (klasse I "meget god" til klasse II "god"). Longum hadde totalt sett den beste vannkvaliteten (moderat påvirket av næringssalter, lite påvirket av tarmbakterier og surhet). Vestre basseng (V) av Langsæ var mest belastet med næringssalter (klasse IV "dårlig"), mandsøstre basseng (Ø) av Langsæ var mest belastet med tarmbakterier (klasse III "mindre god").

Undersøkelsene i 1995-1997 viser i hovedtrekk at det ikke har skjedd store vannkvalitetsendringer i vassdraget siden 1978. I østre og vestre basseng av Langsæ har det imidlertid vært en svak nedgang i konsentrasjonene av total fosfor i denne perioden.

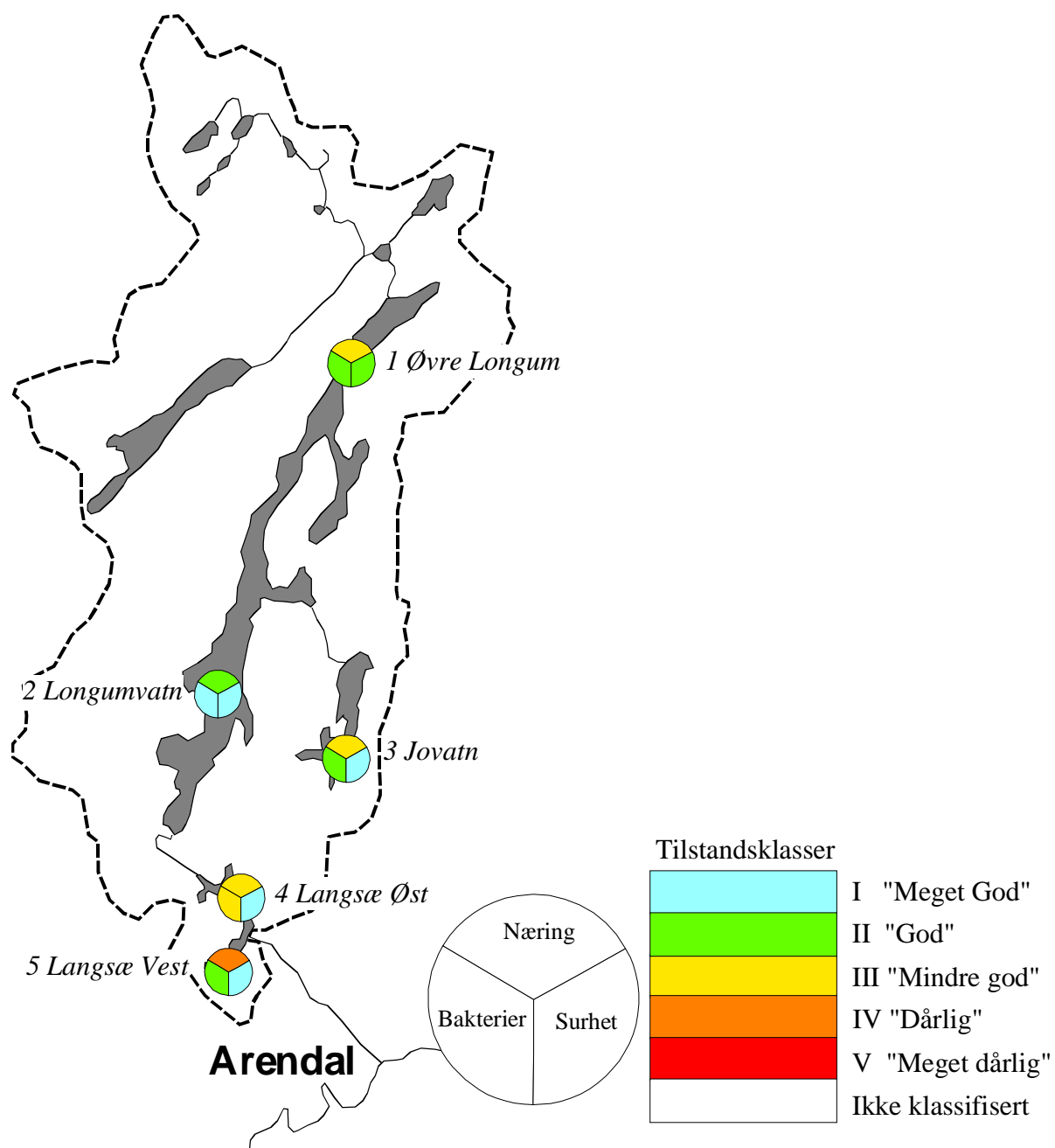
En sammenstilling av oksygendata i Langsæ V fra perioden 1978-1997 viser tydelig at restaureringstiltaket har hatt en positiv innvirkning på oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Før tiltaket med uttapping av bunnvann startet i januar 1984 var det ofte lange perioder med oksygenfritt bunnvann om sommeren. Under oksygenfrie forhold frigjøres det fosfor fra bunnsedimentet til de overliggende vannmassene (intern gjødsling). Etter at tiltaket ble etablert, er det kun registrert fire prøver med lav oksygenkonsentrasjon (< 1 mg/L) i bunnvannet. Tre av disse prøvene stammer fra årene 1996 og 1997. I august 1997 ble det for første gang siden 1983 dokumentert helt oksygenfritt bunnvann. Dette hadde trolig sammenheng med stopp i bunnvannsuttappingen pga. langvarig tørke og lav vannstand i innsjøen.

De vannkjemiske undersøkelsene i Barbuassdraget 1995-1997 viser at det fortsatt er et stykke igjen før vannkvaliteten kan karakteriseres som akseptabel på alle lokaliteter. Spesielt gjelder dette Jovann og de to bassengene i Langsæ, hvor det sannsynligvis fortsatt er en del kloakkutslipp. For å komme nærmere en akseptabel vannkvalitet i hele vassdraget, er det foreslått (I) videre arbeid med tiltak på avløpssektoren, (II) fortsatt tett oppfølging av restaureringstiltaket i Langsæ V, (III) utarbeidelse av nytt forurensningsregnskap for vassdraget og (IV) gjennomføring en ny vannkvalitetsundersøkelse om ca. 5 år for å vurdere effekten av gjennomførte tiltak.

Fisk

Det ble i alt fanget 99 tryter (abbor), 35 sørv og 5 gjedder ved prøvefisket i Longum i 1996. Tryta som ble fanget i Longum i 1996 var mellom 11 og 28 cm lang, med drøyt 40% av fisken over 20 cm. Sørv var mellom 14 og 22 cm, med dominans av fisk mellom 16 og 20 cm. Gjeddene var forholdsvis små, mellom 30 og 41 cm lange.

Longum var tidligere et godt aurevatn, men utsetting av gjedde, konkurranse fra andre arter og diverse inngrep i aurens gyte- og oppvekstområder har medført at auren nå er forsvunnet fra innsjøen. Etter at sørv kom inn i Longum på slutten av 1970-tallet, har den gradvis økt på bekostning av de andre fiskeartene. Suter og særlig gjedde og tryte har hatt sterk tilbakegang i denne perioden. Nedgangen skyldes trolig at sørv spiser opp rogn til både gjedde og tryte. Lokalbefolkningen har også registrert en sterk tilbakegang i ålebestanden i Longum. Tilbakegangen kan muligens skyldes at det er blitt for vanskelig å



Figur 1. Klassifisering av vannkvalitetstilstand. Se vedlegg A for ytterligere forklaring. Målestokk og retningsangivelse er gitt i figur 2.

komme opp fra Barbuelva til Langsæ. Utviklingen i fiskebestandene har etterhvert gjort det mye mindre attraktivt å fiske i Longum.

Longum ligger i utkanten av Arendal og er viktig i rekreasjonsmessig sammenheng bl.a. for sportsfiske. Av den grunn burde det satses på tiltak for å gjenopprette gode fiskemuligheter i innsjøen:

- Det foreslås to tiltak for å bedre forholdene for oppgang av ålelarver til Longum: (1) Montering av et oppgangsrør for ål over utløpsdammen fra Langsæ. (2) Foreta en registrering av eksisterende utslippspunkter fra industrilokalene langs Barbuelva for å unngå utslipp i framtida.
- Det bør unngås at sørven sprer seg videre til andre innsjøer i nærområdet. Det burde vært drevet et intensivt teinefiske etter sørv, men pga. at dette vil kreve en uforholdsmessig stor innsats, foreslås det at aktiviteten begrenses til Øvre Longum eller en av kilene i Longum.
- For å forsøke en reetablering av aure i Longum foreslås:
 - Utlegging av gytegrus på bekken mellom Nordnestjenna og Øvre Longum.
 - Etablere skjul for småauren ved utlegging av stein i tilknytning til gyteområdet.
 - Lage enkel oppgangssperre i bekken for å hindre gjedde i å komme opp fra Øvre Longum
 - Vurdere utfisking av gjedde i Nordnestjenna.
 - Overføre befrukta aurerogn fra Granestua-området til manipulert gyteområde i bekken fra Krakstadvatn og mellom Nordnestjenna og Øvre Longum.
 - Etterundersøkelser i form av elfiske.

Summary

Title: The Barbu watercourse in Aust-Agder county. Water quality surveillance 1995-1997 and results from test-fishing.
Year: 1998
Author: Kaste, Ø. and Kleiven, E.
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3436-5

A water chemistry surveillance was performed in the Barbu watercourse during 1995-1997. The purpose of the project has been to characterise the water quality at different sites, compare the results with earlier monitoring data, and to document fish-status in Lake Longum.

The Barbu watercourse was moderately to strongly affected by nutrients, little to markedly affected by coliform bacteria, and little to moderately affected by acidity. In general, Lake Longum had the best water quality among the investigated sites. Lake Western Langsæ was most affected by nutrients, while Lake Eastern Langsæ was most affected by coliform bacteria.

In Lake Langsæ (eastern and western basin) there has been a small decrease in total phosphorus concentrations during the period 1978-1997. This is partly a result from a restoration measure (discharge pipeline from the bottom water), which was established in the western basin in 1984. At the other sites, no significant water quality changes can be detected during the period 1978-1997.

To obtain acceptable water quality in all lake basins, ongoing work with abatement measures (improvement of the sewer system) and the lake restoration must be continued. We also recommend a quantification of nutrient inputs from different sources, and a new water quality surveillance within five years.

Test-fishing with gill nets in Lake Longum in 1996 gave 99 perches, 35 rudds and 5 pikes. The fish community has developed negatively the last 20 years, with disappearance of brown trout, increased stocks of rudd, and decreased stocks of tench, pike, perch and eel. Restoration measures are proposed to combat the negative trends in the lake's fish community.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Vannkvaliteten i Barbuvasdraget ble undersøkt i 1995-1997 som et ledd i en langtidsplan for rullerende overvåking av viktige vann og vassdrag i Arendal kommune. I dette overvåkingsprogrammet er det valgt å legge vekt på vassdrag med store brukerinteresser og tidligere dokumenterte forurensningsproblemer. Programmet omfatter hovedsakelig Molands- og Langangs-vassdraget (1994-1996), Barbuvasdraget (1995-1997) og Assævvatn/Lilleelv (1998-1999).

Det knytter seg mange brukerinteresser til Barbuvasdraget, og vannkvaliteten må derfor til enhver tid vurderes i forhold til dette. Longum er reservedrikkevannskilde for Arendal, og hele vassdraget har stor rekreasjonsmessig betydning i form av bading og fiske. Vannkvaliteten i Barbuvasdraget er godt kjent gjennom grunnundersøkelser foretatt i 1978-1981 (Boman og Andreassen 1981, 1982) og NIVAs vannkjemiske overvåking som forgikk i perioden 1982-1989 (Kroglund og Hindar 1990). Resultatene fra disse undersøkelsene viste at deler av vassdraget var relativt sterkt påvirket av næringssalter og tarmbakterier (Jovann, Langsæ). Den største innsjøen, Longum, var også påvirket av næringssalter, men ikke i samme grad som de nevnte lokalitetene.

Siden forrige vannkvalitetsundersøkelse i vassdraget er det arbeidet med kloakksaneringstiltak i vassdraget, bl.a. i Øvre Longum (1996-1997). I den vestre delen av Langsæ, som er avsnørt fra hovedstrømmen i vassdraget og har dårlig vannutskifting, ble det i 1984 installert en hevert for å tappe ut dårlig bunnvann.

Overvåkingen av Barbuvasdraget 1995-1997 har hatt som formål å vurdere vannkvalitetsforholdene i vassdraget, sammenligne med tidligere undersøkelser og å dokumentere fiskestatus i Longum.

1.2 Materiale og metoder

Vannkjemisk prøvetaking

Det er lagt vekt på å analysere parametere som kan dokumentere virkninger av næringssalter, organisk stoff og surhet i henhold til SFTs klassifiseringssystem for vannkvalitet (Andersen *et al.* 1997). En oversikt over prøvetakingsstasjoner er gitt i **Tabell 1**. Følgende parametre er analysert på alle stasjoner: pH, farge, turbiditet, tot-P, fosfat, tot-N, nitrat, ammonium, kalium, TOC og termostabile koliforme bakterier. På innsjøstasjonene ble det i tillegg analysert klorofyll a i overflatevannet og oksygen i dypvannet.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner.

ID.nr.	Stasjoner	UTM	Kartblad
1	Øvre Longum	868-858	1612 III
2	Longum (0-4 m + 30 m)	857-829	1611 IV
3	Jovann (0-4 m + 13 m)	867-830	1611 IV
4	Langsæ Ø (0-4 m + 19 m)	858-813	1611 IV
5.	Langsæ V (0-4 m + 7 m)	856-808	1611 IV

Prøvefiske

Longum ble prøvefisket 13.-14. september 1996. Det ble brukt en utvidet Jensen-serie med maskevidder på 10, 16, 21 (2 garn), 25, 29, 35, 39, 45 og 52 mm. Garna ble plasserte tilfeldig i selve hovedbassenget. All fisk ble lengdemålt til nærmeste mm og veiet. Kjønn og stadium ble notert. Til aldersbestemmelse av tryte ble det tatt gjellelokk og dessuten øresteiner på de største individene. På sørven ble det tatt skjell og i tillegg gjellelokk og øresteiner. Tilbakeregning av vekst ble foretatt ved hjelp av gjellelokk for tryta og ved hjelp av skjell for sørven. På gjedda ble det tatt vingebein og i tillegg gjellelokk og øresteiner. Prøvetaking av strukturer i tillegg til det som er vanlig (jfr. L'Abée-Lund 1985a) ble gjort for å ha et best mulig grunnlag for aldersbestemmelsen.

1.3 Områdebeskrivelse

Barbuwassdraget ligger i Aust-Agder fylke innenfor Arendal kommune. Vassdraget består av flere innsjøer (**Figur 2**). Longum er den største med et areal på 0,85 km². Andre innsjøer er Krakstadvatn, Jovann og Langsæ. Morfometriske og hydrologiske data for innsjøene er gitt i **Tabell 2**. Nedbørfeltet ved utløpet av Langsæ er 16,5 km². Vassdraget benyttes både av tilreisende og fastboende til rekreasjon (bading og fiske). Det finnes abbor, gjedde, suter, sørv, ål, stingsild og aure i vassdraget. Longum er reservedrikkevannskilde for Arendalsregionen.

Alle innsjøer ligger under marin grense¹, som ligger ca. 60 moh. i dette området (Kroglund og Hindar 1990). Høydepartiene i vassdraget er ofte preget av skrint jordsmonn med innslag av bart fjell. Ca. 75% av nedbørfeltarealet er dekket av skog, mens om lag 10% er jordbruksområder (**Tabell 3**). De beste jordbruksområdene ligger under marin grense.

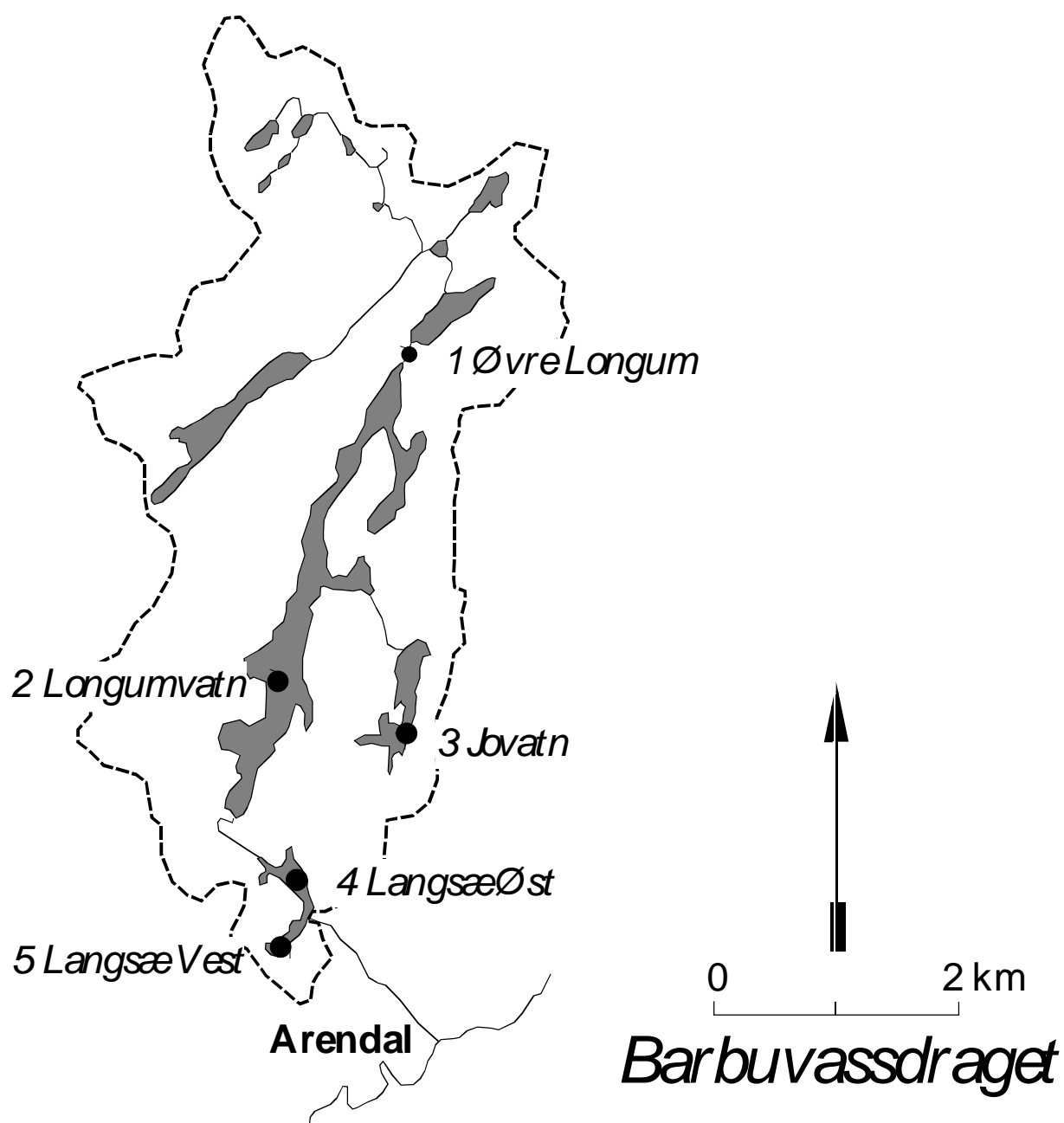
Tabell 2. Morfometriske og hydrologiske data for innsjøbassenger i Barbuwassdraget (Boman og Andreassen 1982).

	Longum	Jovann	Langsæ Ø	Langsæ V
Nedbørfelt, km ²	14,6	1,9	*16,5	
Innsjøoverflate, da	0,846	0,148	0,080	0,033
Største dyp, m	34	15	21	8
Middeldyp, m	9,6	5,2	9,9	4,2
Volum, mill. m ³	9,000	0,775	0,792	0,137
Middelavrenning, mill.m ³ /år	14,57	1,80	*15,61	
Teoretisk oppholdstid, år	0,63	0,43	**0,06	

* Langsæ Ø og V slått sammen.

** Pga. avsnøringen av Langsæ vestre basseng er avrenningsforholdene i innsjøen blitt mer komplisert. Den teoretiske oppholdstiden i Langsæ Ø vil trolig være omkring 0,05 år, mens den vil være en god del lengre i det vestlige bassenget.

¹ Høyeste havnivå etter siste istid



Figur 2. Vassdraget med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

Tabell 3. Arealfordeling i Barbuwassdraget (Boman og Andreassen 1982). Benevning: km².

	Longum + Langsæ (ekskl. Jovann)	Jovann	SUM
Dyrket mark	1,360	0,225	1,585
Myr	0,430	0,015	0,445
Innsjøoverflater	1,710	0,135	1,845
Grunnlendt mark	1,500	0,080	1,580
Produktiv skog + bebyggelse	9,565	1,440	11,005
SUM	14,565	1,895	16,460

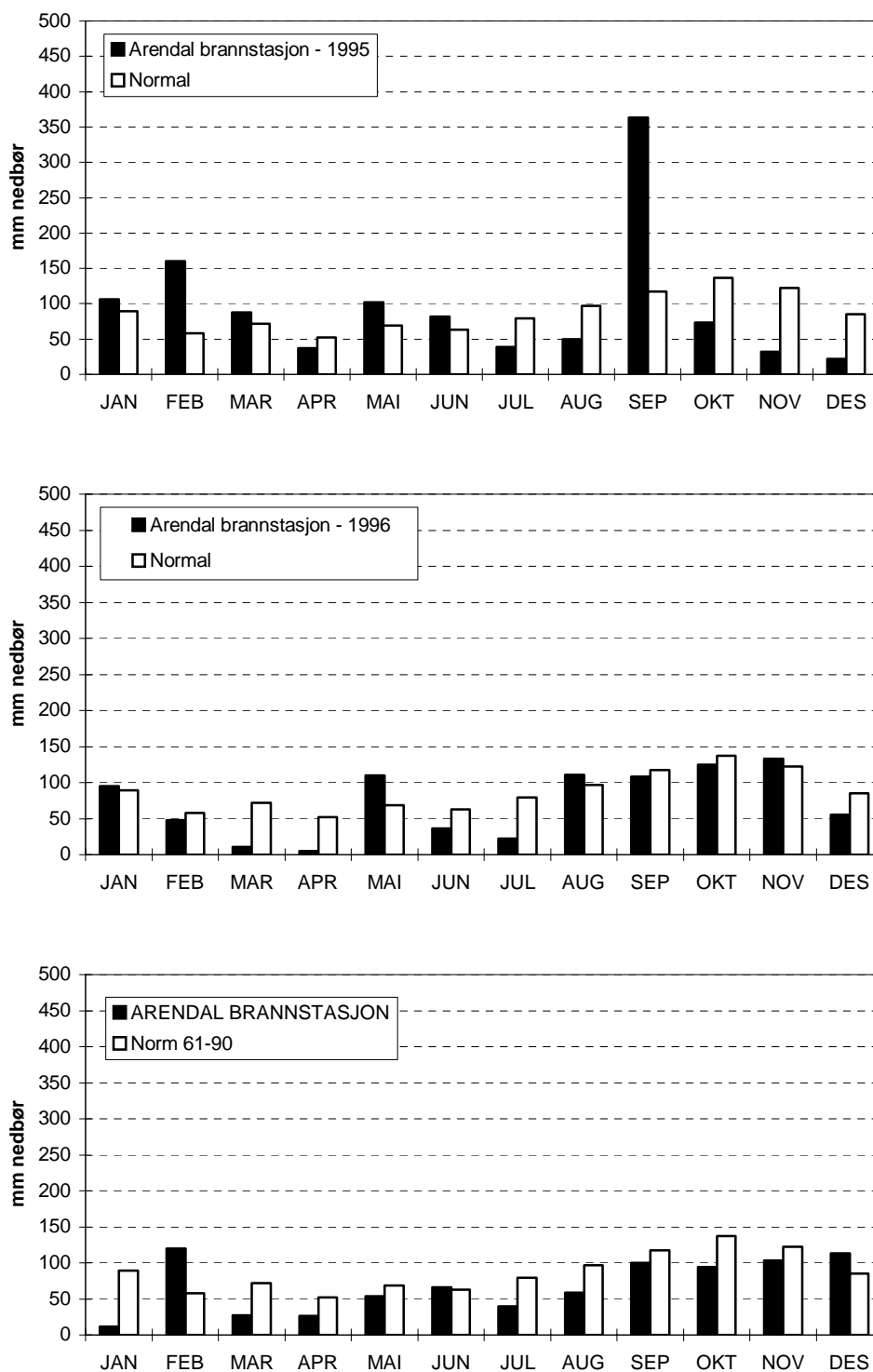
De nedre delene av Barbuwassdraget ligger innenfor tettbebyggelsen i Arendal by. Dette gjelder spesielt Jovann og områdene omkring Langsæ. Det er bosatt 1505 personer i nedbørfeltet (855 p.e. i øvre vassdragsavsnitt + Longum, 215 rundt Jovann og 435 rundt Langsæ). Av disse er 205 p.e. ikke knyttet til offentlig kloaknett (195 i øvre vassdragsavsnitt + Longum, 10 rundt Jovann og ingen rundt Langsæ). Blant husstandene som ikke er knyttet til offentlig kloaknett har omlag 84% slamavskiller (med infiltrasjon, sandfilter eller direkte utslipp), 14% tett tank for WC. Det offentlige ledningsnettet fører kloakken ut av nedbørfeltet. Det kan imidlertid forkomme en del lekkasjer. Lekkasjene kan karakteriseres som små i hele nedbørfeltet.

I januar 1984 ble det satt i gang uttapping av bunnvannet på to steder i Langsæes vestre basseng. Dette ble gjort og gjøres fortsatt for å motvirke oksygensvinn i de dypere vannlag i innsjøen om sommeren. Ved oksygensvinn i bunnvannet vil det lekke ut fosfor fra sedimentet, noe som kan føre til uønsket algevekst. Uttappingen foregår fra 8 meters dyp, og uttappingshastigheten er om lag 60 l/s (drøyt 10% av middelvannføringen ut av Langsæ). Uttappingen stanses i tørkeperioder, slik at vannstanden i innsjøen ikke blir for lav. Utløpet av ledningen ligger en meter under normal vannstand.

1.4 Nedbør

Meteorologisk stasjon Arendal brannstasjon:

Normalnedbør:	1040 mm	
Årsnedbør 1995:	1154 mm	(111% av normalen)
Årsnedbør 1996:	859 mm	(83% av normalen)
Årsnedbør 1997:	814 mm	(78% av normalen)



Figur 3. Månedlig nedbør 1995-1997 ved Arendal brannstasjon. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 1998).

2. Vannkvalitet

2.1 Temperatur, oksygen, siktedyp og klorofyll

Temperaturutvikling

Longum, Jovann og Langsæ Ø hadde en klar temperatursjiktning om sommeren med omkring 5 °C i bunnvannet (**Figur 4**). Pga. uttapping av bunnvannet i Langsæ V etablerte det seg ingen stabil temperatursjiktning i dette bassenget om sommeren. Det ble likevel registrert perioder med over 10 graders forskjell mellom overflatevann og bunnvann. Dette dreier seg sannsynligvis om tørkeperioder da uttappingen av bunnvann var stanset for å opprettholde vannstanden i innsjøen.

Oksygen i bunnvannet

Longum hadde minst oksygenavtak i bunnvannet av de undersøkte innsjøene (**Figur 5**). Oksygenkonsentrasjonen på 30-meters dyp avtok gradvis i løpet av sommeren, men ble ikke lavere enn ca. 4 mg/L. I Jovann og Langsæ Ø var det tidvis helt oksygenfritt i bunnvannet, og det ble registrert produksjon av hydrogensulfid (vedlegg B). Under slike forhold vil det kunne lekke fosfor fra sedimentet, slik at det oppstår en "indre gjødsling" i innsjøene.

I Langsæ V greide en ved hjelp av restaureringstiltaket stort sett å holde oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet over 2 mg/L. I løpet av somrene 1996 og 1997 ble det imidlertid også registrert perioder med svært lave oksygenkonsentrasjoner (< 1 mg/L), eller helt oksygenfrie forhold i bunnvannet. Dette har trolig sammenheng med at uttappingen av bunnvann hadde opphørt, eller var så liten at det ikke hindret etablering av en temperatursjiktning i innsjøen.

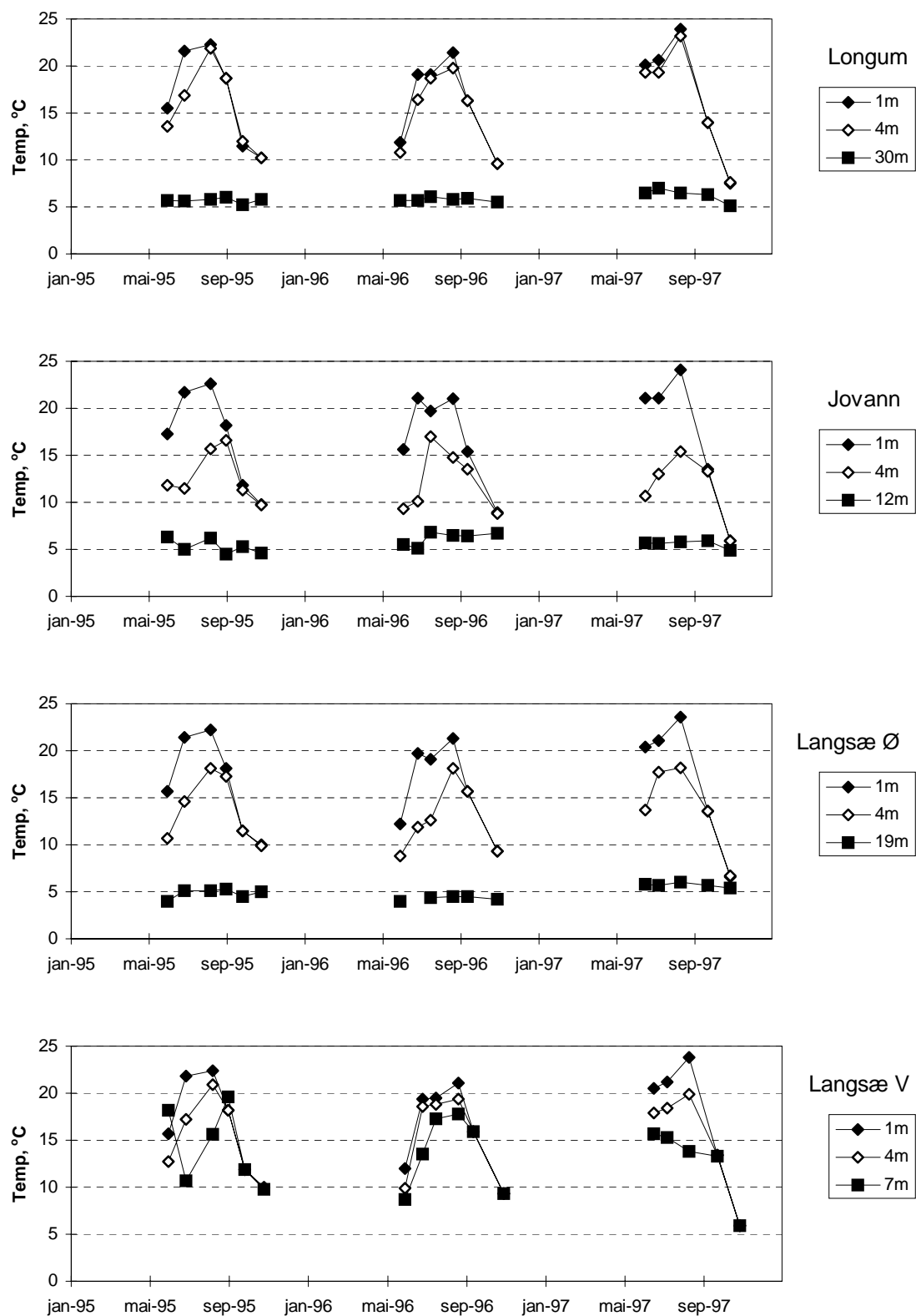
En sammenstilling av oksygendata i Langsæ V fra perioden 1978-1997 viser tydelig at restaureringstiltaket har hatt en positiv innvirkning på oksygenforholdene i bunnvannet (**Figur 6**). Før uttappingen startet i januar 1984 var det ofte lange perioder med oksygenfritt bunnvann om sommeren. Etter at tiltaket ble etablert, er det kun registrert 4 prøver med oksygenkonsentrasjon under 1 mg/L, hvorav kun én prøve har vært helt uten oksygen (august 1997).

Klorofyll og siktedyp

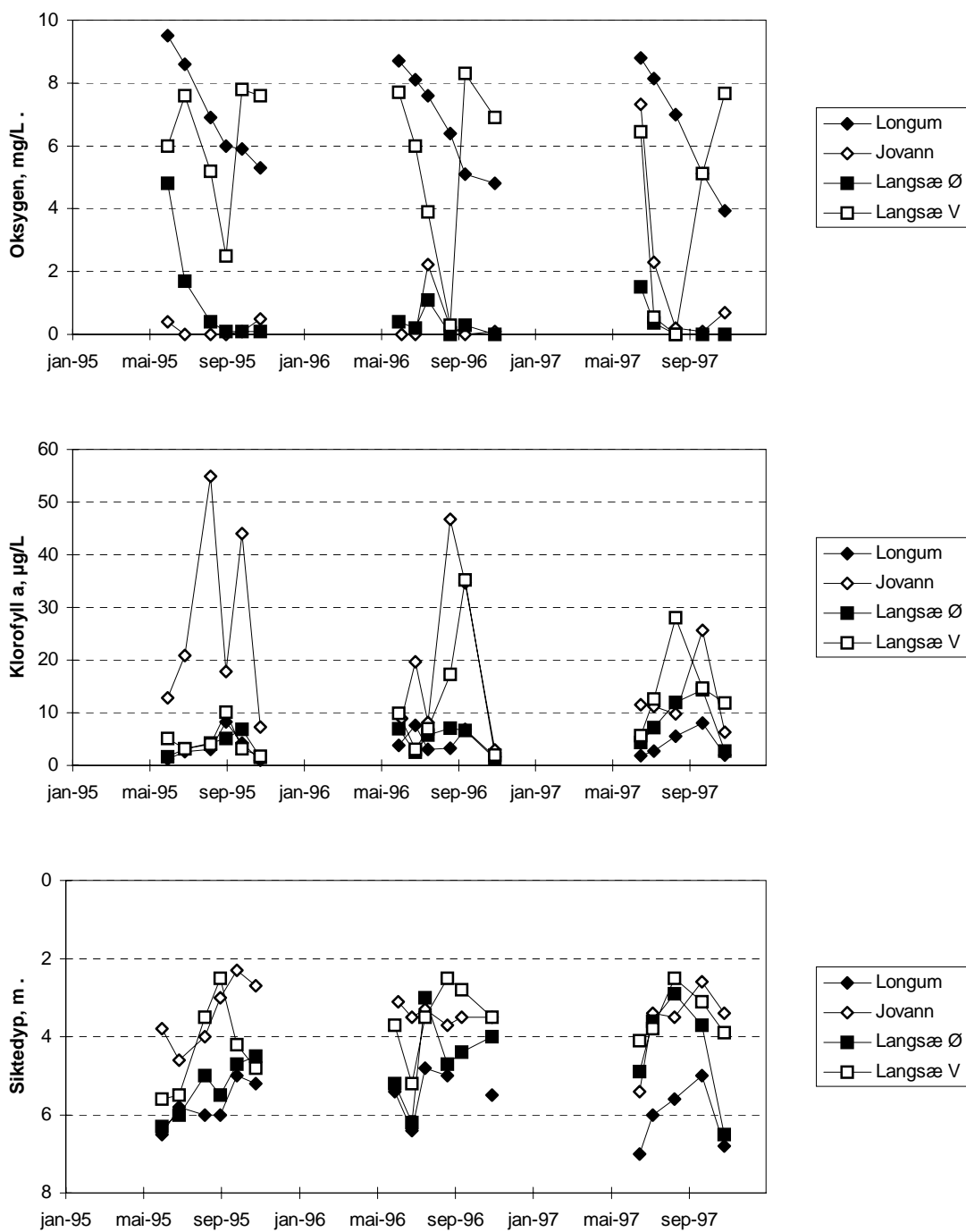
Klorofyll-konsentrasjonen i innsjøer er et mål på mengden planteplankton i vannet, en størrelse som vil variere i forhold til tilgangen på plantenæringsstoffer (fortrinnsvis fosfor). Dersom tilførselene av næringsstoffer blir for høye, vil det kunne oppstå algeoppblomstringer, sjenerende belegg på steiner etc. I slike tilfeller overstiger algeproduksjonen lett næringsbehovet til konsumentkjedene i innsjøen (dyreplankton, bunndyr og fisk). De algene som ikke blir spist, dør etterhvert og synker ned på innsjøbunnen. Der blir det døde organiske materialet brutt ned under forbruk av oksygen. Dersom det er en stor overproduksjon av alger i en innsjø, kan det oppstå oksygenproblemer i bunnvannet under stagnasjonsperiodene².

Middelkonsentrasjonene av klorofyll a i Longum, Jovann, Langsæ Ø og Langsæ V var hhv. 3.9, 20.2, 5.5 og 10.3 µg/L i perioden 1995-1997 (vedlegg B). Den største variasjonen og de høyeste verdiene (55 µg/L) ble funnet i Jovann (**Figur 5**). Også i Langsæ V ble det registrert svært høye verdier i 1996 og 1997 (35 µg/L).

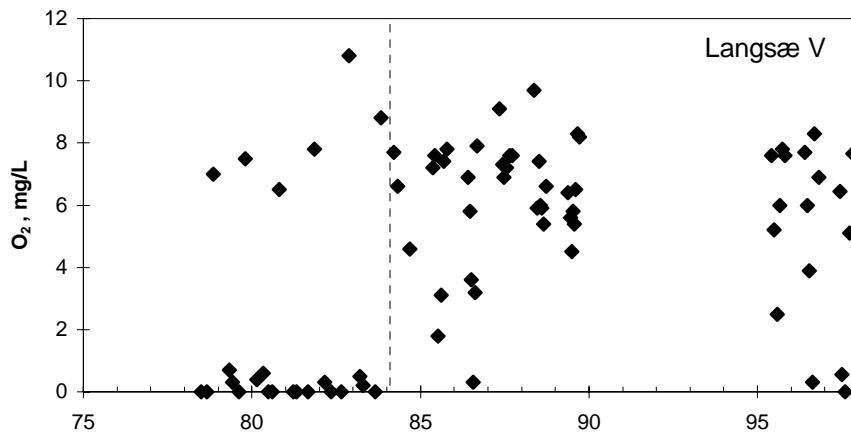
² I de fleste norske innsjøer med en viss dybde er det stagnasjonsperioder i sommerhalvåret og i vinterhalvåret. I disse periodene er bunnvannet isolert fra overflatevannet pga. temperatur / tetthets - forskjeller. Om våren og høsten, når det er tilnærmet lik temperatur i overflatevann og bunnvann, vil det vanligvis oppstå sirkulasjon dvs. blanding av overflatevann og bunnvann. På denne tiden blir bl.a. bunnvannet tilført nytt oksygen.



Figur 4. Temperatur på ulike dyp i de undersøkte innsjøene.



Figur 5. Oksygen i dypvannet (Longum: 30 m, Jovann: 12 m, Langsæ Ø: 19 m, Langsæ V: 7 m), klorofyll a (0-4 m) og siktedyp.



Figur 6. Oksygenkonsentrasjon på 7 meters dyp (i Langsæ V) i perioden 1978-1997. Vertikal stiplet linje markerer starttidspunkt for restaureringsprosjektet i innsjøen.

Siktedypet i innsjøer varierer med vannets innhold av partikler og løste stoffer. I innsjøene i Barbu-vassdraget er konsentrasjonen av organiske partikler (hovedsakelig alger) en viktig forklaringsfaktor for variasjonen i siktedypet. Dessuten er vassdraget noe humuspåvirket fra naturens side - noe som fører til relativt lavt siktedyp. Det midlere siktedypet i Longum, Jovann, Langsæ Ø og Langsæ V var hhv. 5.8, 3.5, 4.8 og 3,8 meter i perioden 1995-1997. Longum hadde det største målte siktedypet med 7 meter. I Jovann og Langsæ V ble det målt siktedyp helt ned mot 2 meter i løpet av undersøkelsesperioden.

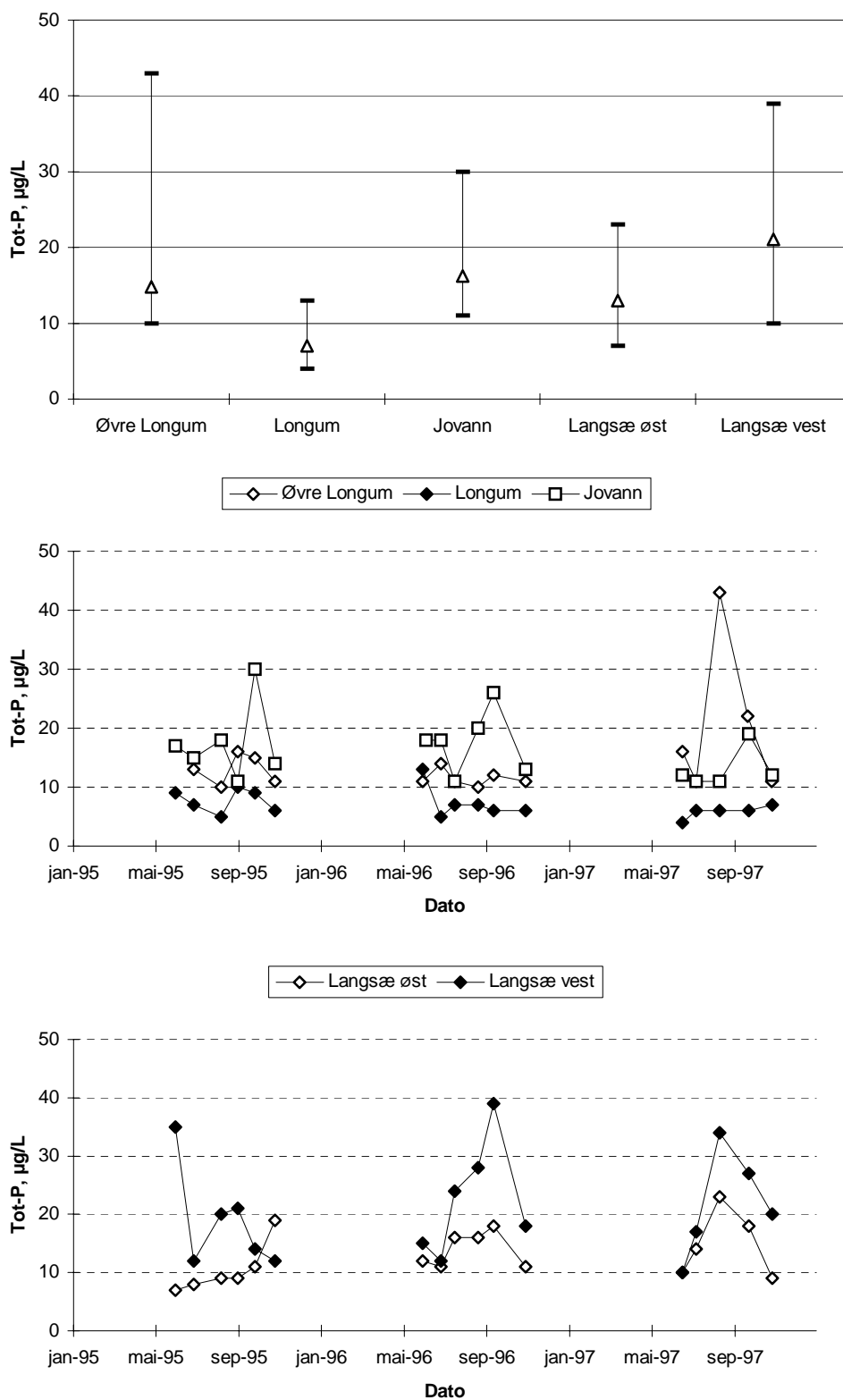
2.2 Næringssalter

Fosfor

Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5 $\mu\text{g P/L}$, mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier (Skjelkvåle et al. 1997). Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner i avrenning fra områder under marin grense er imidlertid vanskelig å fastslå, i og med at det meste av disse arealene er dyrket opp.

De undersøkte lokalitetene hadde middelkonsentrasjoner av total fosfor som varierte mellom 7 og 21 $\mu\text{g P/L}$ (**Figur 7**). Longum var den minst påvirkede av lokalitetene, og den relativt lange oppholdstiden i innsjøen (snaut 8 mnd.) bidrar til at variasjonen i vannkvalitet er relativt liten. I Øvre Longum varierte fosforkonsentrasjonene vanligvis i området 10-20 $\mu\text{g P/L}$, men det ble målt verdier helt opp til 43 $\mu\text{g P/L}$.

Innsjøene Jovann, Langsæ Ø og Langsæ V var mer påvirket av næringssalter enn Longum, med middelkonsentrasjoner av total fosfor på 13-21 $\mu\text{g P/L}$. Av disse var det vestre bassenget i Langsæ mest forurensset, med fosforkonsentrasjoner helt opp mot 40 $\mu\text{g P/L}$. Fosforkonsentrasjonen i denne innsjøen så i 1996 og 1997 ut til å bygge seg opp i løpet av sommersesongen, sannsynligvis som en følge av perioder med intern fosforgjødsling (utveksling mellom sediment og vann). Intern fosforgjødsling kan oppstå som følge av lav oksygenmetning i bunnvannet, eller høy pH i strandsonen. I 1995 ble det målt en høy fosforkonsentrasjon i mai (35 $\mu\text{g P/L}$), men verdiene senere på sommeren holdt seg rundt eller i underkant av 20 $\mu\text{g P/L}$.



Figur 7. Total fosfor. Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner. Innsjøprøvene er blandprøver fra 0-4 meters dyp.

Fosfor som uorganisk, løst fosfat i vann tas vanligvis raskt opp av planter i vannet. Dette skyldes at det er underskudd på fosfor i de fleste innsjøer og elver i Norge. I uforurensede systemer er det derfor svært lave, eller ikke-målbare konsentrasjoner av løst fosfat. Laveste målbare konsentrasjon (deteksjonsgrensen) av løst fosfat i standardanalyser er 2 µg P/L. Dersom det måles konsentrasjoner av løst fosfat som er vesentlig høyere enn dette, er det en indikasjon på at systemet tilføres mer fosfor enn det som kan omsettes biologisk. Det ble gjennomgående målt relativt lave fosfatkonsentrasjoner i de ulike delene av vassdraget (< 6 µg P/L) (vedlegg B).

Nitrogen

Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen i bekker og innsjøer ligger ofte rundt 300-500 µg/L i utmarksområder på Sørlandet. En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 1996, Skjelkvåle et al. 1997, Kaste *et al.* 1997a). Nitrogennedfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen i vann.

Middelkonsentrasjonene av total nitrogen i vassdraget lå i størrelsesområdet 500-750 µg N/L (**Figur 8**). Det var relativt sett mindre variasjon mellom vassdragene mht. nitrogen-konsentrasjon sammenlignet med fosfor-konsentrasjon. Den laveste nitrogenkonsentrasjonen ble målt i Øvre Longum, mens Jovann hadde den høyeste. Nitrogenkonsentrasjonen på de undersøkte stasjonene hadde en klar, sesongmessig utvikling med et minimum midt på sommeren. Dette skyldes dels opptak av nitrogen i planteplankton, og dels at nitrogenkonsentrasjonen i innløpsbekkene er lavere om sommeren. Sistnevnte forhold skyldes i stor grad at landvegetasjonen tar opp nitrogen fra jordvannet i vekstsesongen. De høyeste nitrogenkonsentrasjonene i vassdraget ble registrert i forkant av vekstsesongen i 1996.

Høye konsentrasjoner av nitrogenfraksjonen ammonium i overflatevann er en indikator på forurensning fra lokale kilder som f.eks. kommunalt kloakkvann eller landbruk. I uforurenset bekkevann er ammoniumkonsentrasjonene vanligvis lave, < 50 µg N/L. Longum hadde gjennomgående lave konsentrasjoner av ammonium (< 50 µg N/L), mens de øvrige lokalitetene hadde enkeltverdier over 100 µg N/L (max 150 µg N/L) (vedlegg B).

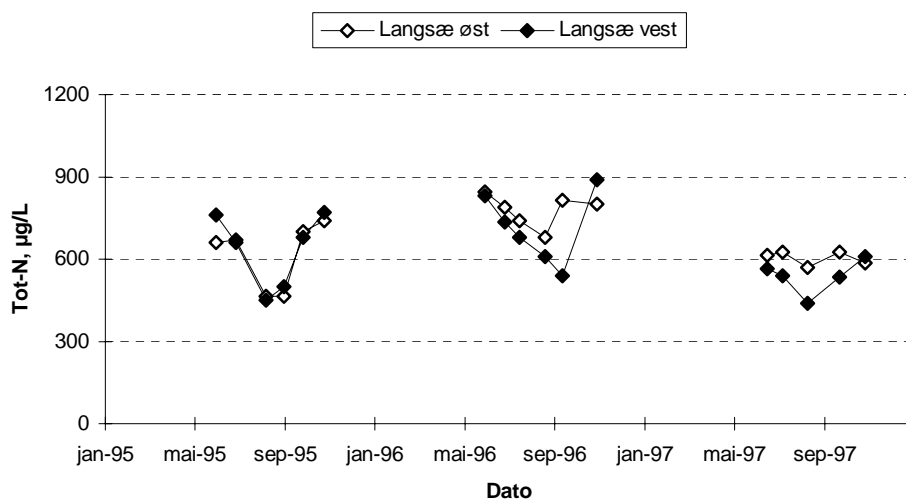
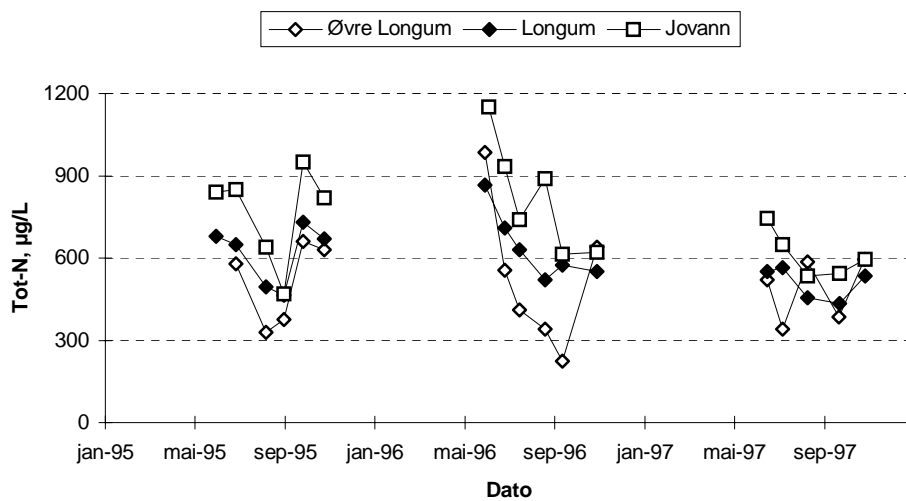
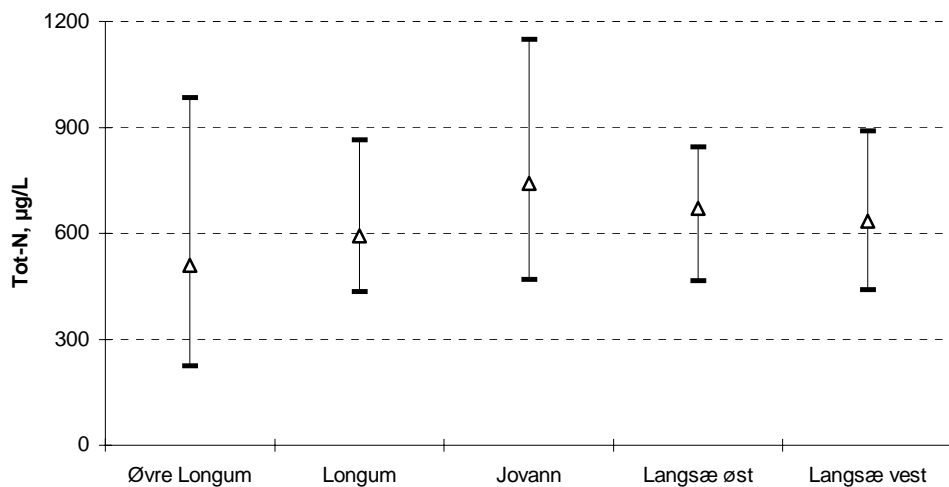
Kalium

Kalium kan være en indikator på landbruksforurensning ved at naturgjødsel, og i de fleste tilfeller kunstgjødsel, inneholder dette plantenæringsstoffet. Kaliumkonsentrasjonene i naturlig bekkevann på Sørlandet er oftest under 1 mg/L (Skjelkvåle 1996), men en må regne med noe forhøyede konsentrasjoner i områder som ligger under marin grense. Det ble registrert noe varierende kaliumkonsentrasjoner fra lokalitet til lokalitet (1,1-2,5 mg/L i middel), men variasjonen innad på hver lokalitet var lav (vedlegg B). Det ble ikke funnet spesielt høye kaliumkonsentrasjoner, som det er nærliggende å knytte til landbruksaktivitet.

2.3 Tarmbakterier

Forekomst av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. I følge Folkehelsas krav må det ikke påvises TKB i noen prøver dersom vannet skal oppnå betegnelsen "god drikkevannskvalitet" uten desinfeksjon (SIFF 1987). Folkehelsas kvalitetskrav til godt badevann er <100 TKB/100 ml som geometrisk middeltall for minst 5 prøver tatt i en 30 dagers periode (Statens helsetilsyn 1994). Grenseverdien kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene (SIFF 1976). Det må her tillegges at undersøkelsesprogrammet som er gjennomført høsten 1996 ikke oppfyller Folkehelsas krav til prøvetakingshyppighet, i og med

at det kun er tatt månedlige prøver. Konsentrasjonene av TKB var betydelig lavere ved alle stasjoner i 1997



Figur 8. Total nitrogen. Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner. Innsjøprøvene er blandprøver fra 0-4 meters dyp.

sammenlignet med 1995 og 1996. Det er foreløpig usikkert om forholdet skyldes gjennomføring av forurensningsbegrensende tiltak, eller om det dreier seg om tilfeldige år-til-år variasjoner.

Det ble påvist TKB ved alle prøvetakingsstasjonene i løpet av undersøkelsen (**Figur 9**). Ingen av stasjonene tilfredsstiller derfor Folkehelsas krav til drikkevann uten desinfeksjon. 11 av 17 prøver (65 %) fra Longum inneholdt TKB. Ved de øvrige stasjonene var påvisningsfrekvensen 94–100 %. Longum hadde totalt sett den beste hygieniske vannkvaliteten. Det ble i snitt målt 2 TKB/100 ml vann, og høyeste konsentrasjon var 10 TKB /100 ml. I Langsæ V og Jovann ble det registrert enkeltverdier over 100 TKB/100 ml hhv. én og to ganger, men gjennomsnittsverdiene (hhv. 26 og 18 TKB/100 ml) tilfredsstilte Folkehelsas krav til ”godt badevann.” I Øvre Longum og i Langsæ Ø ble det registrert over 200 TKB/100 ml i enkeltprøver. Dette medførte at de to lokalitetene ikke tilfredsstilte Folkehelsas krav til ”godt badevann” (ingen prøver skal overskride kravet på < 100 TKB med over 100 %). Middelkonsentrasjonene i Øvre Longum og Langsæ Ø var hhv. 47 og 84 TKB/100 ml.

2.4 Organisk stoff og partikler

Organisk stoff er i denne undersøkelsen målt som totalt organisk karbon (TOC). TOC-konsentrasjoner i overflatevann varierer vanligvis i området 1-15 mg/L i Norge, avhengig av humustilførsler (Skjelkvåle et al. 1997). Humus er tungt nedbrytbare organiske forbindelser som bl.a. gir den karakteristiske brune fargen på avrenningsvann fra myrområder. På grunn av de store variasjonene en ofte finner av organisk stoff i naturlig uforurenset vann, er denne parameteren forholdsvis lite egnet som indikator på lokal forurensning - med mindre en kjenner de naturlige bakgrunnskonsentrasjonene i området svært godt. Vannets innhold av organisk stoff kan imidlertid ha stor innvirkning på andre vannkvalitetsparametre (bl.a. næringsstoffenes tilstandsform), og data for TOC eller tilsvarende er derfor viktige ved tolkningen av disse. Vannets innhold av partikler kan også variere svært mye i naturlige vannforekomster. De høyeste partikkelkonsentrasjonene kan en vanligvis måle i områder under marin grense.

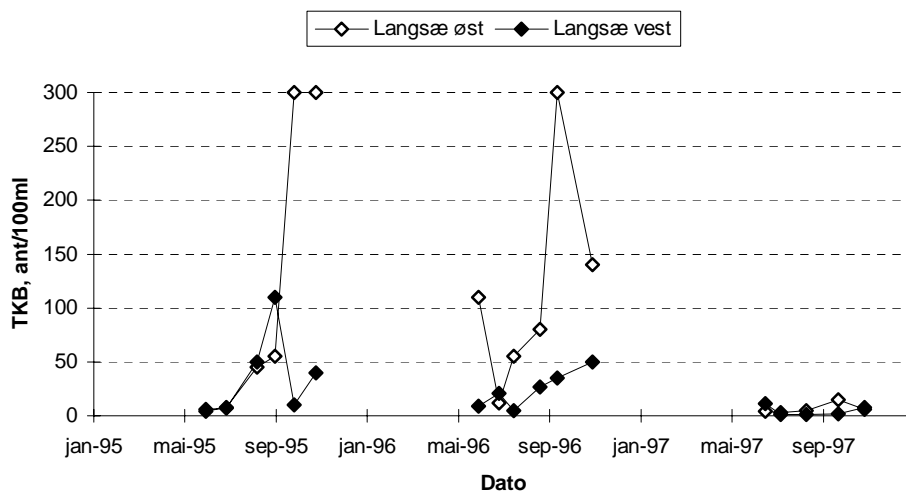
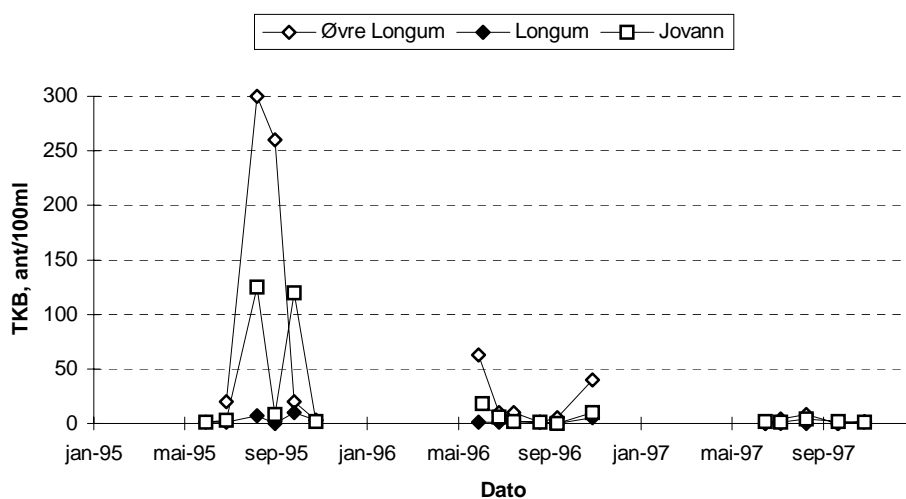
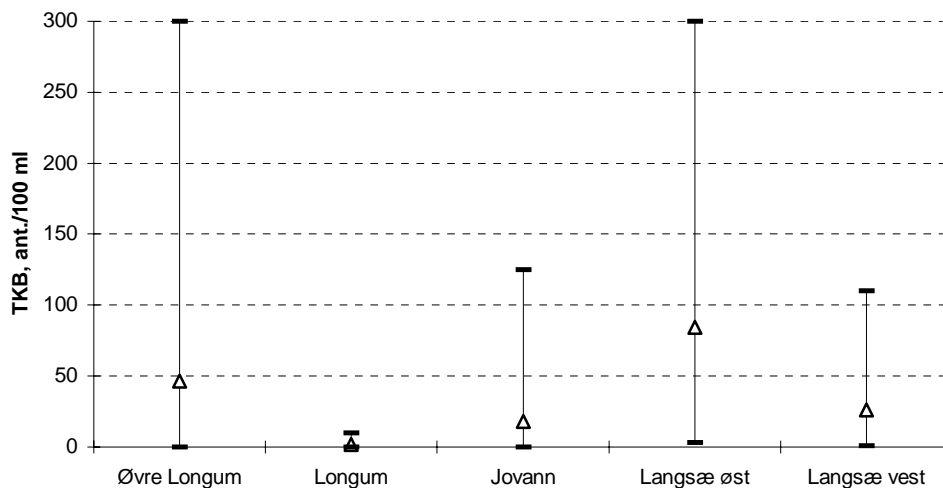
De undersøkte stasjonene var middels humøse med TOC-konsentrasjoner på 3,6-8,0 mg/L (vedlegg B). Øvre Longum og Jovann hadde de høyeste verdiene (hhv. 5,5-6,6 mg/L i middel) mens de øvrige innsjøene hadde 4,3-4,5 mg/L som middel. Lokalitetene var lite påvirket av partikler (0,3-1,8 FTU).

2.5 Surhet

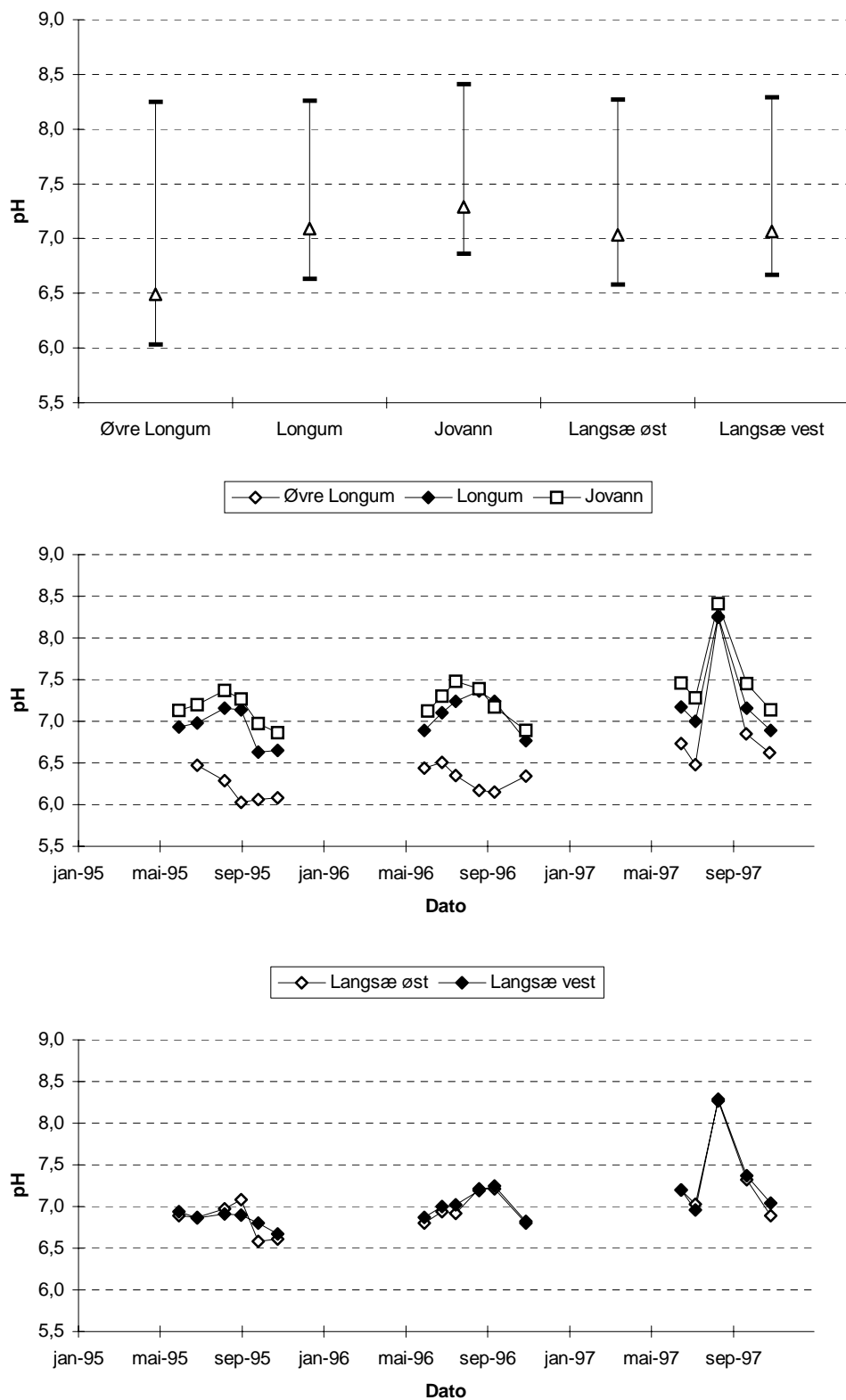
Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann (pH under 5,5) og høye aluminiumskonsentrasjoner har medført fisketomme vann over store områder. Som et resultat av internasjonale forhandlinger er svovelinnholdet i nedbøren nå i ferd med å avta, og det er allerede registrert en svak pH-økning i vassdragene (Skjelkvåle 1996).

Resultatene fra denne undersøkelsen viser at forsuring neppe er noe problem for vannlevende organismer i Barbuvasdraget (**Figur 10**). Det ble ikke målt pH-verdier under 6,0 på noen av lokalitetene. De relativt høye pH-verdiene i vassdraget skyldes at store arealer ligger under marin grense, noe som gir vannet god bufferevne mot forsuring. I de delene av vassdraget som ligger over marin grense, vil pH-verdiene være betydelig lavere, sannsynligvis rundt 5,0 eller lavere.

På samtlige stasjoner ble det observert et pH-maksimum i løpet av sommeren. Dette skyldes trolig i hovedsak forbruk av CO₂ under planteplanktonets fotosyntese. Sommeren 1997 førte dette til pH-verdier helt opp mot 8,5. Så høye pH-verdier kan føre til utlekking av fosfor fra strandsedimentet i innsjøer (Andersen 1975).



Figur 9. Termostabile koliforme bakterier (TKB). Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner. Innsjøprøvene er blandprøver fra 0-4 meters dyp.



Figur 10. pH. Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner. Innsjøprøvene er blandprøver fra 0-4 meters dyp.

3. Prøvefiske i Longum 1996

3.1 Innledning

Fiskearter i Longum.

Longum har **tryte** (abbor - *Perca fluviatilis*) (Huitfeldt-Kaas 1918), **gjedde** (*Esox lucius*) (Helland 1904), **suter** (*Tinca tinca*) (MVA 1992), **sørv** (*Scardinius erythrophthalmus*) (MVA 1992), **ål** (*Anguilla anguilla*) (MVA 1992), **niøye** (Bjørn Jørgensen pers. medd) (sannsynligvis havniøye - *Petromyzon marinus* i følge Matzow og Simonsen (1997)) og **stingsild** (Dahl og Aass 1997) (sannsynligvis trepigget stingsild - *Gasterosteus aculeatus*).

Tidligere var det også aure (*Salmo trutta*) (Weierholt 1959, Boman og Andreassen 1982, Dahl og Aass 1997) og røye (*Salvelinus alpinus*) i Longum (Huitfeldt-Kaas 1918), men i alle fall røya har forvunnet helt (MVA 1992). Tryte, ål, niøye, stingsild, aure og røye er naturlig innvandrede fiskearter, mens sørv (Qvenild 1982), gjedde og suter (Huitfeldt-Kaas 1918) er innført.

I Krakstadvatn, overfor Longum, er det foruten tryte både aure, røye og suter (Huitfeldt-Kaas 1918, Hovind 1968, MVA 1992, Dahl og Aass 1997). Aurebestanden er forholdsvis god, mens bestanden av røye er tynn (MVA 1992). I Engelstjenna og Nordnestjenna, også overfor Longum, er det tryte, suter og gjedde (MVA 1992, Anders A. Engelskjønn pers. medd.). Gjeddene finnes i bekken fra Krakstadvatn.

Tidligere prøvefiske

Et enkelt prøvefiske ble utført i Longum 6.6.79 (Boman og Andreassen 1982). Det ble kun brukt 4 garn med maskevidder på 29, 26 og 2 x 21 mm som ble satt ut to og to fra land. Det ble kun fanget fisk i de to innerste garna; 42 tryter mellom 10,0 og 23,5 cm, samt én ål og ei gjedde.

3.2 Resultater

Generelt om fangsten

Det ble i alt fanget 99 tryter, 35 sørv og 5 gjedder ved prøvefisket i Longum i 1996 (**Tabell 4**). Dette var færre tryter enn forventet, i og med at lokale fiskere har registrert at trytebestanden har tatt seg opp i senere år (Bjørn Jørgensen, pers. medd.).

Det er forholdsvis sparsomt sammenligningsgrunnlag fra andre sørlandsinnsjøer med gjedde. Det ble gjennomført et prøvefiske i Temse ved Grimstad i 1984, men så tidlig som midt i mai (L'Abée-Lund *et al.* 1986). Det ble også brukt en annen garnserie enn i Longum. I Jordkjenntjenn, mellom Arendal og Tvedestrand, ble det gjennomført et prøvefiske i august 1984 med en fangst på 236 tryter (L'Abée-Lund 1985b). Det kom inn gjedde i innsjøen rundt 1980, men prøvefisket i 1984 ble gjort såpass kort tid etter 1980 at det i hovedsak gjenspeiler situasjonen før gjeddene dukket opp i innsjøen. Prøvefisket i Jordkjenntjenn ble dessuten gjort litt tidligere på høsten enn i Longum. Tryta vil nemlig søke ned på dypere vann utpå høstparten. I Vasstøvatn i Gjerstadvassdraget synes det å skje i månedsskiftet august/september utfra flytegarmsfangster over flere år (Kleiven *et al.* 1990). Trytefangsten i Jordkjenntjenn (L'Abée-Lund 1985b) kan således ikke fullt ut sammenlignes med prøvefisket som ble gjort i Longum i 1996.

Antall sørv fra prøvefisket i Longum er vanskelig å vurdere fordi det kun foreligger prøvefiske fra én annen lokalitet på Sørlandet med sørv. I Bjellandvatn, beliggende mellom Arendal og Tvedestrand, ble det fanget 198 sørv og 239 tryter midt i juni 1995 (Knutsen 1995). Det er ikke gjedde i innsjøen.

Tabell 4. Fangsten fra prøvefisket i Longum i 1996 fordelt på maskevidder.

Maskevidder	Tryte	Sørv	Gjedde	Suter	Sum
10 mm					
16 mm	10		2		12
21 mm (2 garn)	60	23	2		85
26 mm	12	2			14
29 mm	16	10	1		27
35 mm	1				1
39 mm					
45 mm					
52 mm					
Sum	99	35	5	0	139

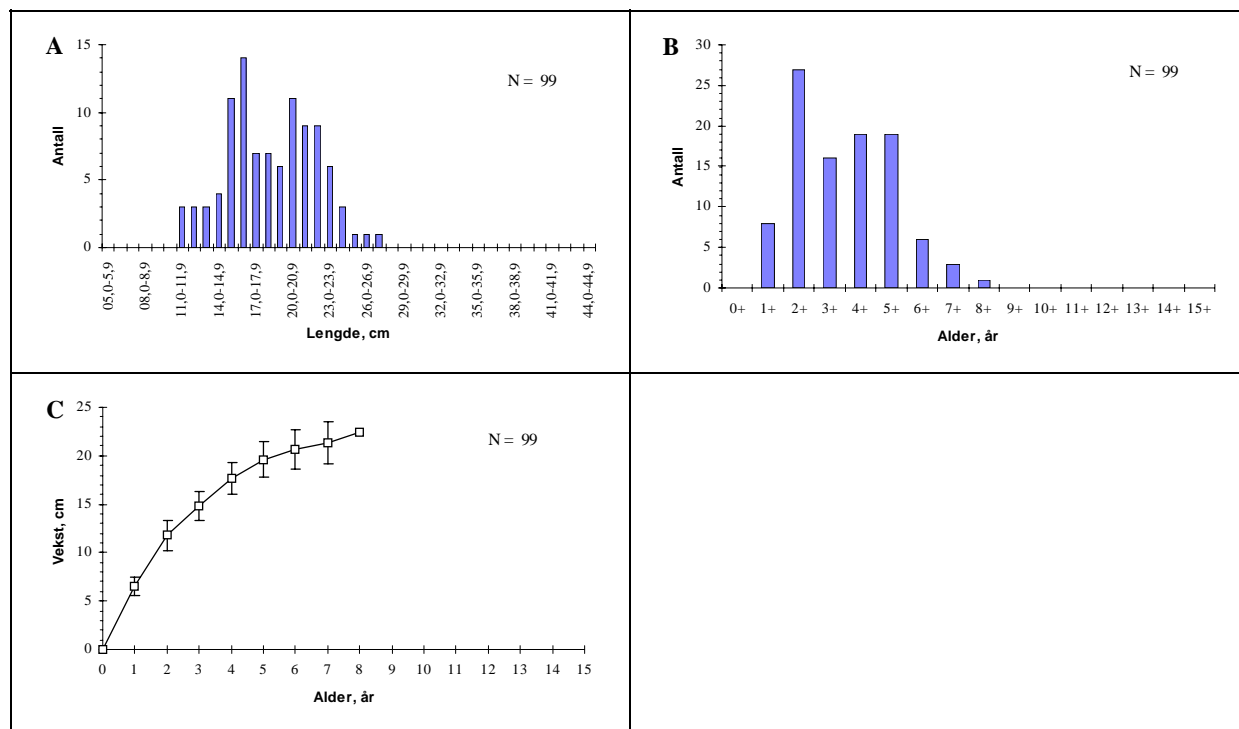
Tryte:

Tryta som ble fanget i Longum i 1996 var mellom 11 og 28 cm (**Figur 11**). Det var en liten topp i lengdefordelinga ved 15-16 cm og én ved 20-23 cm. Innslaget av tryte over 20 cm var svært godt, og utgjorde 41% av materialet. De største trytene veide 245 gram.

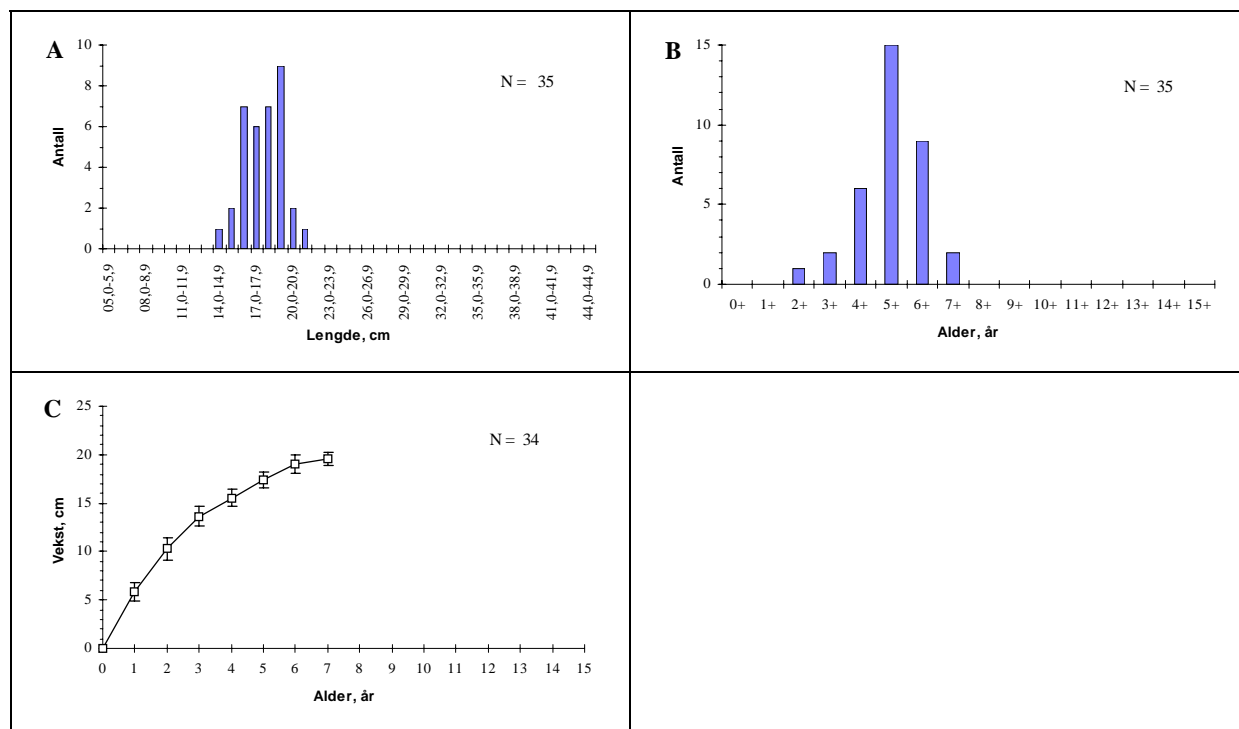
I Molandsvatn, som er en annen litt større og kystnær innsjø under marin grense i Aust-Agder, var nærmest all tryta under 20 cm ved prøvefisket i 1995 (Kaste *et al.* 1997b). I Temse derimot var det et betydelig (17%) innslag av tryte over 20 cm i 1985 (L'Abée-Lund *et al.* 1986). Gjedge finnes i Temse, men ikke i Molandsvatn. Det ble imidlertid også fanget stor tryte i Bjellandsvatn, hvor det ellers kun er aure, sørv og ål (Knutsen 1995). En medvirkende årsak til den store tryta i Bjellandsvatn kan være at sørven spiser tryterogn (Jensen 1984b, Bjørn Bjelkevik pers. medd.). Tendensen kan også forsterkes ved kannibalisme fra de største trytene (jfr. Allen 1935). Det samme skjer i Longum, hvor sannsynligvis også predasjon fra gjedge spiller en viktig rolle. Det er ikke foretatt ernæringsanalyser på fiskematerialet fra Longum, men det ble observert fisk eller fiskerester i magen på fire av trytene (21,7 - 26,2 cm lange). I den største tryta ble det funnet en annen 8,5 cm lang tryte.

Tryta fordelte seg i aldersgruppene 1+ til 8+, hvorav 2+ gruppa var størst med 27 fisk (27%). Aldersgruppene 3+ til 5+ var jevnstore med 16-19 fisk. Aldersmønsteret i Longum i 1996 er atypisk for tryta, som vanligvis har vekslende mellom sterke og svake årsklasser (jfr. Thorpe 1977). Dette er også hovedmønsteret på Sørlandet, der de sterke årsklassene kan opptre med få eller mange års mellomrom. Det gjelder både i uforsurede innsjøer (L'Abée-Lund 1985b, Hindar og Kleiven 1990, Kaste *et al.* 1997b), i innsjøer med gjedge (L'Abée-Lund *et al.* 1986) og i kalka innsjøer med reetablert trytebestand (Kleiven *et al.* 1989).

Det kan være flere medvirkende årsaker til fraværet av sterke årsklasser i Longum. For det første gir et slikt prøvefiske kun et øyeblikksbilde av situasjonen. Dessuten er det også nærliggende å tro at forekomsten av gjedge i Longum kan ha vesentlig betydning. Gjedge er en typisk fiskespiser som lever av både tryte, sørv og egne artsfrender. I flerartssamfunn vil gjedge imidlertid kunne foretrekke karpefisk framfor tryte (Mauck og Coble 1971, Robinson 1989). I Longum har Bjørn Jørgensen (pers. medd.) erfart at de fleste gjeddene ikke har hatt noe i magesekken. Hos gjedder med fisk i magen ble det kun registrert sørv. I artsfattige sørlandsinnsjøer, uten sørv, synes imidlertid tryta å være en naturlig del av kosten.



Figur 11. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B) og vekstkurve med standardavvik (C) for tryte i Longum i 1996.



Figur 12. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B) og vekstkurve med standardavvik (C) for sørv i Longum i 1996.

I Temse hadde 6 av 8 gjedder tryter i magen (L'Abée-Lund *et al.* 1986), og den ene gjedda som ble fanget i Jordkjenntjenn hadde også en tryte i magen (L'Abée-Lund 1995b). Sørven er trolig den mest varmekjære av våre naturlige innvandrede fiskearter (Jensen 1984b) og vil kanskje være mindre tilgjengelig for gjedda høst og vår. Det er derfor rimelig å anta at gjedda vil kunne ha en betydelig innflytelse på trytas størrelses- og aldersstruktur i Longum.

Det var middels vekst på tryta i Longum de tre første årene med 6,5, 5,3 og 4,8 cm. Fra det fjerde året var veksten redusert til 1-2 cm pr. år. Bortsett fra første året, var det relativt store vekstvariasjoner. Veksten på tryta i Longum var ganske lik den i Temse de første tre leveårene (L'Abée-Lund *et al.* 1986). For eldre tryter er sammenligningsgrunnlaget for lite. Sammenlignet med veksten på tryta i Molandsvatn (Kaste *et al.* 1997b) var veksten ganske lik de to første årene. Det var først etter det femte året at tryta i Longum hadde en markert større vekst enn i Molandsvatn. Etter 1985 har veksten på tryta i Molandsvatn avtatt svært mye (Kaste *et al.* 1997b). Den empiriske veksten for tryta i Bjellandsvatn (Knutsen 1995) var derimot større enn tilsvarende vekst i Longum. Materialet fra Bjellandsvatn er imidlertid lite, og ikke alle aldersgruppene er representert i vekstkurven (Knutsen 1995).

Sørv.

Sørven som ble fanget i Longum i 1996 var mellom 14 og 22 cm lang, med dominans av fisk mellom 16 og 20 cm (**Figur 12**). Under prøvefisket i Bjellandsvatn i 1995 var mesteparten av sørven mellom 21 og 26 cm, mens de minste fiskene var ned mot 13 cm (Knutsen 1995). Det synes derfor som om sørven i Longum er betydelig mindre enn i Bjellandsvatn, noe som antas å ha sammenheng med gjeddass påvirkning i Longum. To av gjeddene på prøvefisket i Longum hadde sørv i magen.

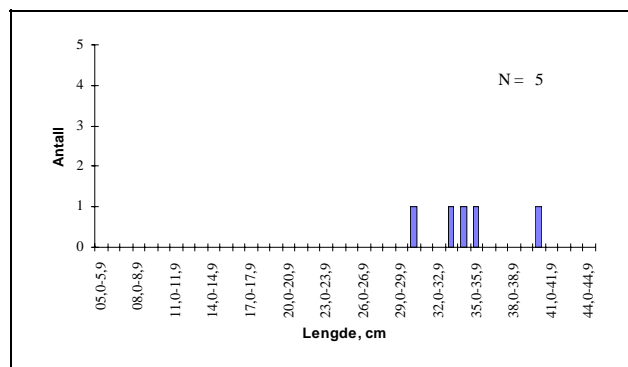
Sørven fordelte seg i aldersgruppene 2+ til 7+, med 5+ klassen som den største med 15 fisk (43%). I Bjellandsvatn var det til sammenligning dominans av 6-9 år gammel sørv, og det forekom kun to sørv yngre enn 6 år (Knutsen 1995). Tilbakeregnet vekst for sørven i Longum var 5,8, 4,5 og 3,3 cm de tre første årene, for så å avta merkbart til 2,0, 1,8, 1,6 og 0,6 cm de neste årene. Det var små variasjoner i veksten hos sørven i Longum. Veksten på sørv i Bjellandsvatn er framstilt empirisk (Knutsen 1995), og den er markert bedre enn tilsvarende empirisk vekst fra Longum. Det gjelder særlig den eldste fisken, men det må igjen påpekes at materialet fra Bjellandsvatn er svært lite. Den gode veksten i Bjellandsvatn har trolig sammenheng både med antatt predasjonstrykk på rogn fra sørven selv og et markert innbyrdes konkurranseforhold mellom disse to artene. Jensen (1984b) skriver at veksten til sørven er langsom, slik at den observerte veksten i Longum ikke er noe særtilfelle.

Gjedde.

Det ble fanget 5 smågjedder med lengder på 30-41 cm (**Figur 13**). Alderen på gjeddene var 2+, og tilbakeregnet vekst viser 16,7 og 25,2 cm disse to årene. Veksten på disse gjeddene er atskillig dårligere enn det L'Abée-Lund *et al.* (1986) fant i Temse. Utvalget i begge undersøkelser er lite, slik at det er vanskelig å sammenligne. I magesekken på to av gjeddene ble det funnet sørv på henholdsvis 12,0 og 13,3 cm, mens de tre andre hadde tomme mager.

Suter.

Det ble ikke fanget suter på prøvefisket i Longum i 1996. Grunnen kan være at suter, som bl.a. tryta, trekker ned på dypere vann på høstparten. Suter er dessuten en innført fiskeart, som er mer varmekjær enn våre naturlige innvandrede fiskearter. Det indikeres ved at den ikke gyter før i juni-juli (Pethon 1994).



Figur 13. Lengdefordeling for gjesse i Longum i 1996.

4. Vurdering av resultatene

4.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand

De undersøkte lokalitetene er klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (vedlegg A, **Tabell 5**). Barbuvasdraget var moderat til sterkt påvirket av næringssalter (klasse I ”god” til klasse IV ”dårlig”)³, lite til markert påvirket av tarmbakterier (klasse I ”meget god” til klasse III ”mindre god”) og lite til moderat påvirket av surhet (klasse I ”meget god” til klasse II ”god”). Longum hadde totalt sett den beste vannkvaliteten (moderat påvirket av næringssalter, lite påvirket av tarmbakterier og surhet). Langsæ V var mest belastet med næringssalter (klasse IV ”dårlig”), og Langsæ Ø var mest belastet med tarmbakterier (klasse III ”mindre god”).

Basert på den tradisjonelle limnologiske inndelingen av innsjøer etter trofegrad, kan Longum karakteriseres som oligo-/mesotrof, Jovann som meso-/eutrof, Langsæ Ø som mesotrof og Langsæ V som meso-/eutrof (Faafeng *et al.* 1990). Det er da tatt hensyn til målte konsentrasjoner av total fosfor og klorofyll.

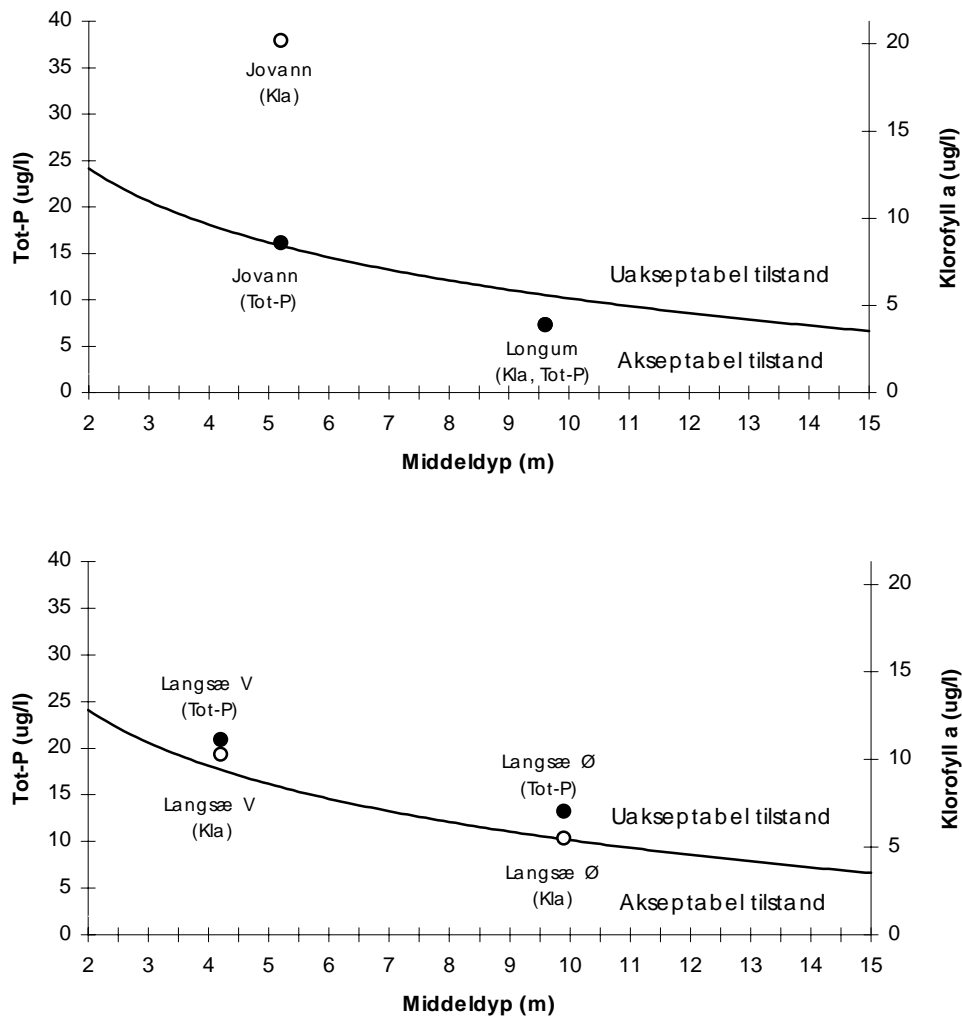
Tabell 5. Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand. I = meget god, II = god, III = mindre god, IV = dårlig, V = meget dårlig. Klassifiseringsgrunnlaget er gitt i vedlegg A.

Lokalitet	Antall prøver	Tilstandsklasser		
		Næringssalter	Tarmbakterier	Surhet
1 Øvre Longum	15	III	II	II
2 Longum (0-4 m)	16	II	I	I
3 Jovann (0-4 m)	16	III	II	I
4 Langsæ Ø (0-4 m)	16	III	III	I
5 Langsæ V (0-4 m)	16	IV	II	I

Basert på modellberegninger, er innsjøers tålegrense for fosforbelastning en funksjon av middeldypet (Berge 1987). Grunne innsjøer kan m.a.o. ha en høyere fosfor-konsentrasjon enn dype, uten at det oppstår uakseptable vannkvalitetsforhold. Basert på dette, kan Longum, Jovann, Langsæ Ø og V tåle en midlere konsentrasjon total fosfor i sommerhalvåret på hhv. 10, 15, 10, og 17 µg P/L (**Figur 14**).

Av de nevnte innsjøene er det kun Longum som har konsentrasjoner av total fosfor og klorofyll a som kan karakteriseres som akseptable. I Jovann er fosforkonsentrasjonen på grensen av det akseptable, mens klorofyll-konsentrasjonen er langt over det som kan sies å være akseptabelt. Det avvikende tot-P/klorofyll-forholdet er observert i innsjøen tidligere og skyldes at algesamfunnet domineres av den store flagellaten *Gonyostomum semen* (Lande og Brettum 1986). Denne algearten har stor bevegelses-evne og kan derfor trolig skaffe seg næring i innsjøens dypere vannlag. Dette, sammen med et lavt cellulært fosfor/klorofyll-forhold, kan være en forklaring på at arten ofte opptrer i mye høyere konsentrasjoner enn det konsentrasjonen av total fosfor i innsjøen skulle tilsi. Dominans av *Gonyostomum semen* er registrert i flere andre innsjøer i regionen, bl.a. i Songevassdraget (Kaste og Håvardstun 1997). I begge bassengene i Langsæ var fosforkonsentrasjonen noe over det akseptable. Klorofyllkonsentrasjonene lå på-, eller noe over grensen av det akseptable.

³ Jovann hadde høye konsentrasjoner av klorofyll (klasse 5) i forhold til total fosfor (klasse 3). På grunn av at innsjøer med *Gonyostomum semen* ofte har et avvikende klorofyll/fosfor-forhold, er det lagt hovedvekt på fosfor-konsentrasjonen ved klassifiseringen.

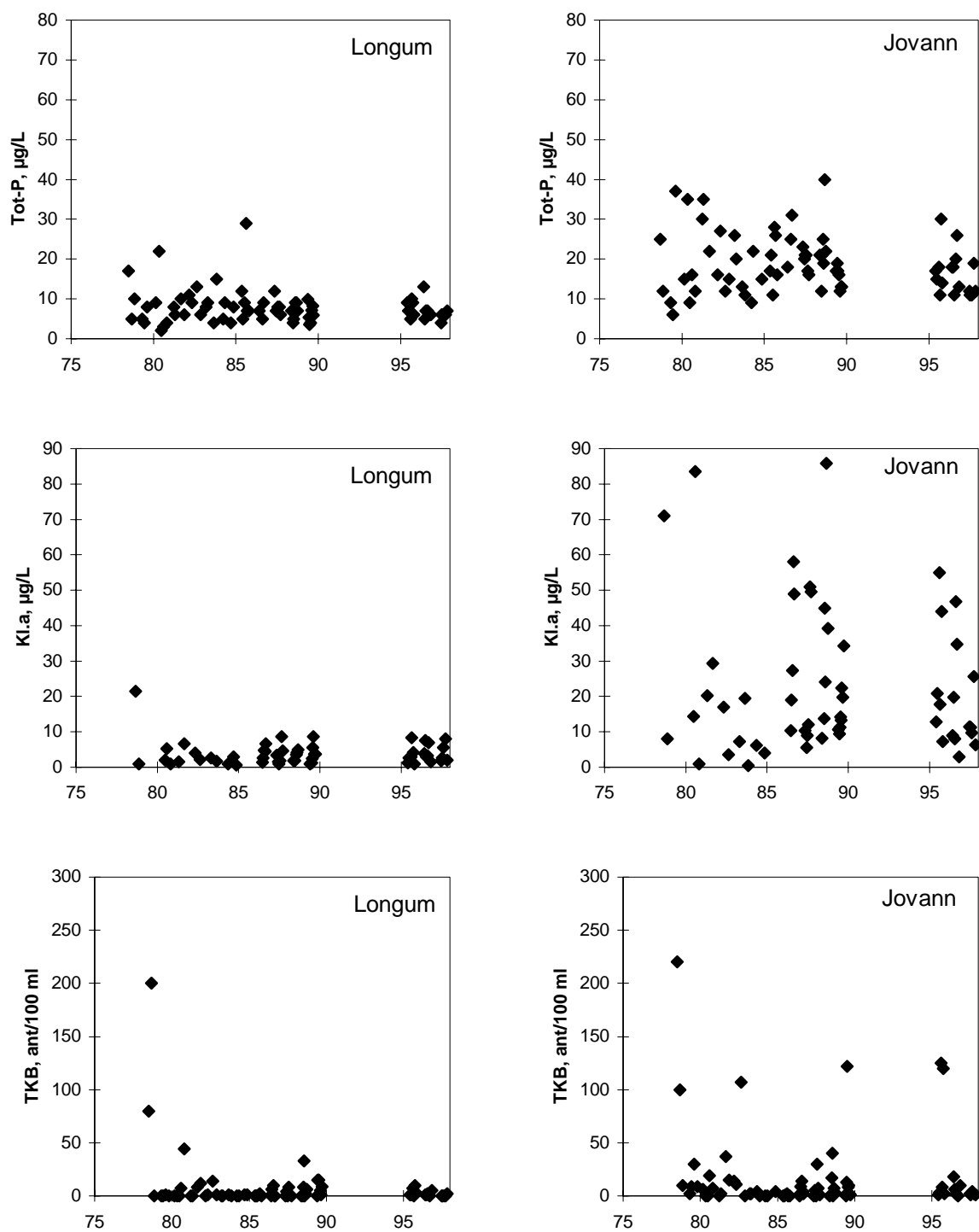


Figur 14. Grense for akseptabelt trofinivå i innsjøer ved forskjellig middeldyp. Innsjøer fra Barbuassdraget er plassert inn i diagrammet.

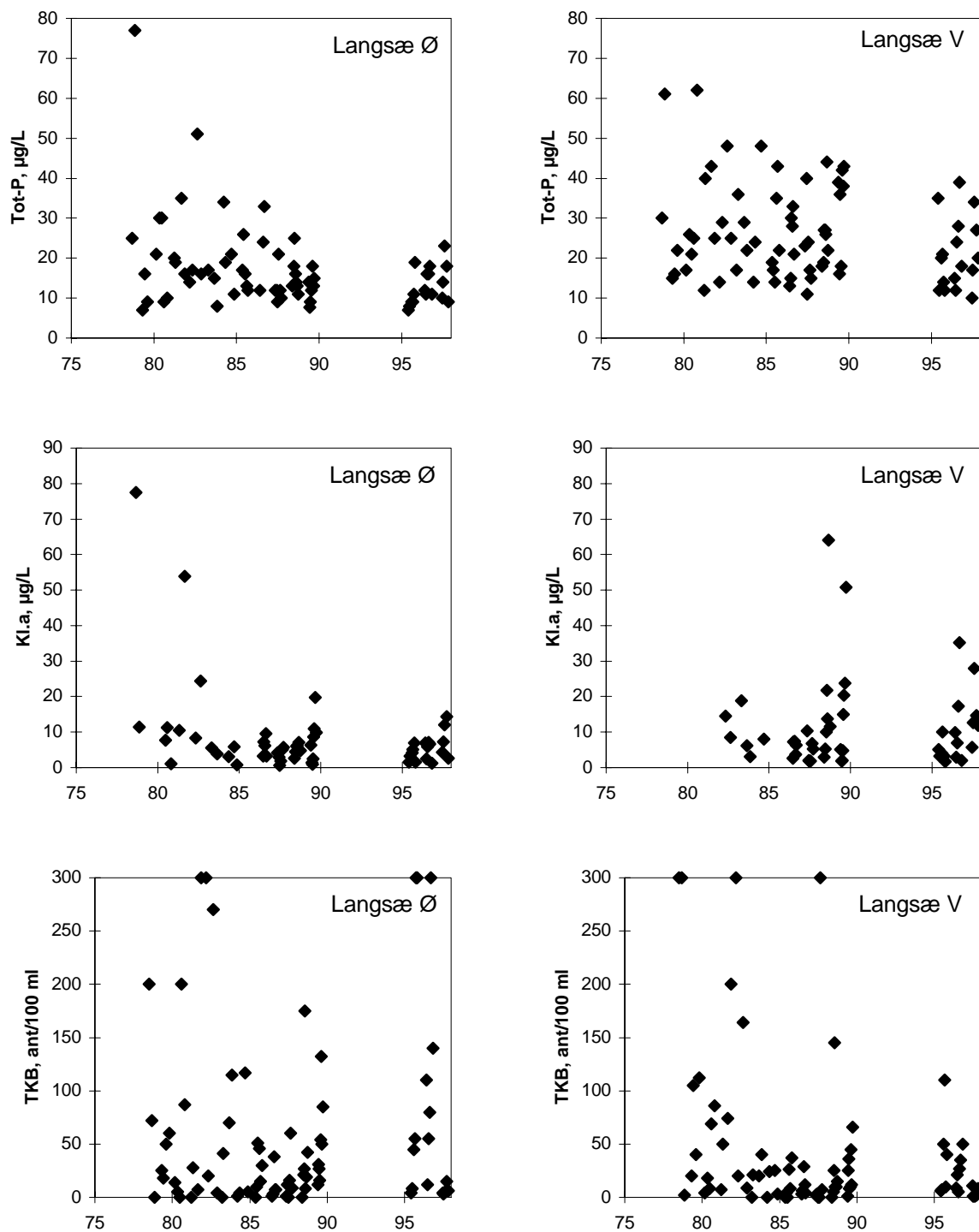
4.2 Vannkvalitetsutvikling 1978-1997

Barbuassdraget er godt undersøkt både gjennom overvåkingsundersøkelser som ble gjennomført i perioden 1982-1989, og gjennom enkeltundersøkelser rettet mot ulike problemstillinger. Overvåkingen av Barbuassdraget startet med en basisundersøkelse i 1978-1981 (Boman og Andreassen 1981, 1982). Resultatene fra overvåkingen i årene 1982-1989 er rapportert av (Boman 1983, 1985, Lande og Brettum 1986, Hindar og Brettum 1987, 1988, Kroglund og Hindar 1990).

Ellers er Longum undersøkt i forbindelse med en utredning av mulige vannforsyningskilder for Arendalsregionen (Holtan 1965). Det er også gjort undersøkelser av planteplankton og høyere vegetasjon i vassdraget (Brettum 1981, Rørslett og Mjelde 1980). Beregninger av forurensningstilførsler til vassdraget er foretatt av Boman og Andreassen (1982) og Våje (1991).



Figur 15. Tidsutvikling for konsentrasjoner av total fosfor, klorofyll a og termotabile koliforme bakterier på stasjonene Longum (0-4 m) og Jovann (0-4 m) i perioden 1978-1997.



Figur 16. Tidsutvikling for konsentrasjoner av total fosfor, klorofyll a og termotabile koliforme bakterier på stasjonene Langsæ Ø (0-4 m) og Langsæ V (0-4 m) i perioden 1978-1997.

I **Figur 15** og **Figur 16** er det plottet tidsutvikling (1978-1997) for konsentrasjoner av total fosfor, klorofyll og termotabile koliforme bakterier (tarmbakterier) i Longum, Jovann, Langsæ Ø og Langsæ V. Resultatene viser i hovedtrekk at det ikke har skjedd store vannkvalitetsendringer i denne perioden, men at det ser ut til å være en svak positiv utvikling for enkelte stasjoner/parametre.

Longum

Konsentrasjonene av total fosfor og klorofyll har ikke endret seg signifikant i perioden (90% konfidensnivå). Trendanalysen for tarmbakterier påvirkes i stor grad av et par ekstremverdier som ble målt tidlig i overvåkingsperioden. Dersom ekstremverdien på 200 målt i 1978 holdes utenfor analysen, er det heller ingen signifikant endring i konsentrasjonen av tarmbakterier i Longum.

Jovann

Det ble ikke registrert signifikante endringer i konsentrasjonene av total fosfor, klorofyll eller tarmbakterier i løpet av perioden.

Langsæ Ø

I det østre bassenget av Langsæ er det registrert en signifikant nedgang i konsentrasjonene av total fosfor (95% konfidensnivå), selv om de to høye verdiene tidlig i perioden (77 og 51 µg/L) holdes utenfor analysen. Dersom de to ekstremverdiene for klorofyll (77 og 53 µg/L) holdes utenfor analysen, kan det ikke påvises signifikante endringer for klorofyll. Det ble heller ikke registrert noen signifikante endringer i konsentrasjonene av tarmbakterier i Langsæ Ø.

Langsæ V

I det vestre bassenget ble det funnet en signifikant nedgang i konsentrasjonene av total fosfor og tarmbakterier (hhv. 90 og 99% konfidensnivå), mens det ikke ble funnet signifikante endringer i klorofyll-konsentrasjonene. Nedgangen i fosforkonsentrasjon er en indikasjon på at restaureringstiltaket som er gjennomført i innsjøen har hatt effekt.

4.3 Fiskebestandene i Longum

Vurdering av bestandene

Utgangspunktet for en forvaltningsmessig vurdering av fiskebestandene i Longum er lokalisering, produksjonsgrunnlag, eksisterende fiskesamfunn i innsjøen og gyte- og oppvekstforhold. Longum ligger under marin grense og er godt bufret mot forsuring samtidig som innsjøen er relativt grunn og næringsrik og har dermed et godt produksjonsgrunnlag for fisk. Fiskeartene som det fiskes på er gjedde, tryte, suter, sørv og ål. Gyteforholdene er gode for disse fiskeartene, som gyter i strandsonen på vår- eller forsommeren. Unntaket er ålen som vandrer opp fra sjøen som ålelarve. Det er oppgang av sjøaure i Barbuelva, men en foss og en dam hindrer oppgang til Langsæ og Longum (Matzow *et. al* 1990). Det vil være mulig å lede sjøauren helt opp, men det vil kreve innsats som kan synes noe tvilsom både utfra tekniske og økonomiske forhold.

Longum var tidligere et godt aurevatn (Weierholt 1959), og kan ha vært det godt inn i vårt århundre. At auren ble borte fra Longum kan lett settes i sammenheng med at det ble sluppet gjedde i vassdraget, men historiske opplysninger kan tyde på at det har vært gjedde i Longum før århundreskiftet (se vedlegg C1). Et annet forhold som kan ha hatt stor innvirkning på aurebestanden i Longum er senkingen av Engelstjenna, Nordnestjenna og Krakstadvatn, samt utretting av bekkene fra de to førstnevnte innsjøene (se vedlegg C2). Senkningene medførte utrasninger, og utrettingene førte trolig til reduserte gytemuligheter. Det kan være problematisk å få opp aurebestanden igjen, i og med at det er dårlige gyteforhold i bekkene både mht. substrat og vannføring sommerstid.

Det mest attraktive fisket vil for mange være gjeddefiske. Med muligheter for å få gjedder på mange kilo, er dette et spennende fiske. Tryte og suter er fiskearter som også er attraktive for mange. Både gjedde og suter er for dårlig utnyttet til mat i dag. Særlig suter er svært god og altfor lite påaktet som matfisk. Gjedd på 1-2 kg er de beste til matfisk (Jensen 1984a). I godt drevne gjeddeinnsjøer bør den vesentligste delen av gjeddefangsten ligge i denne størrelsesgruppen. Et passende minstemål for gjedde er vanligvis lengder på 40-45 cm. Stor gjedde er energimessig ulønnsomt i en innsjø, og fisket bør derfor drives slik at gjedder på over 4 kg sjelden forekommer.

Fiskesamfunn og fiske i Longum har endret seg vesentlig etter at sørven kom dit på slutten av 1970-tallet. Sørv var ikke registrert i innsjøen før 1977 (Marit Rønningen pers. medd.). Det ble ikke fanget sørv på det begrensede prøvefisket som ble gjort i juni 1979 (Boman og Andreassen 1982), men det er likevel grunn til å tro at sørv allerede var kommet dit i 1979, i og med at det ble rapportert om sørv i 3-4 innsjøer rundt Arendal i 1981 (Qvenild 1982). Dette ble tillagt "tyske turister som ble observert med levende agn av sørv".

Etter at sørven kom inn i Longum har den gradvis økt i antall på bekostning av de andre fiskeartene (Bjørn Bjelkevik pers. medd.). Suter, men særlig gjedde og tryte har hatt sterk tilbakegang fra slutten av 1970-tallet. Nedgangen skyldes trolig at sørven spiser opp rogn til både gjedde og tryte (jfr. Jensen 1984b). Dahl og Aass (1997) karakteriserer bestandene av tryte, gjedde og ål som "middels", bestanden av suter som "liten" og bestanden av sørv som "stor". Sørven vil hovedsakelig være knyttet til vegetasjonsbeltet (Ekløv og Hamrin 1989), hvor gjedde og tryte legger rogn si om våren. Rogn eller småyngel vil således kunne bli svært utsatt for nedbeiting fra sørven. For ytterligere å komplisere bildet kan også tryta spise store mengder gjedderogn. Hetting (1887) kaller derfor tryta for gjeddass verste fiende.

Bjørn Bjelkevik (pers. medd.) har også registrert at ålen har hatt en sterk tilbakegang. Tilbakegangen av ålebestanden i Longum kan muligens skyldes at det har blitt for vanskelig å komme opp fra Barbuelva til Langsæ. I 1984 ble det etablert et hevertsystem som tapper ut bunnvann fra Langsæ (Boman 1985). Øverst i Barbuelva, like ved utløpet av Langsæ, er det dessuten støpt forbygning langs kantene som kan hindre ålens oppgang.

Den mest synlige negative påvirkningen i vassdraget er de mange episodene med fiskedød som har skjedd i Barbuelva (jfr. Matzow *et al.* 1990) (se vedlegg C3). Dette er kortvarige episoder, men de kan slå kraftig ut på fisk og ål som står i elva. Aass (1997) observerte f.eks. to døde årganger av ålelarver under fiskedøden i elva i september 1996. Tidvis finner en også større ål død i elva. Fiskedødeepisodene i Barbuelva forekommer helst sommerstid, og ved liten vannføring (Aass 1997). Den mest massive fiskedøden har funnet sted nedenfor tunnelen ved A. Holthe Fabrikker A/S. Utslippsepisodene i Barbuelva har funnet sted i 1989-1990 og 1996-1997.

De negative endringene i fiskebestandene har gjort det mye mindre attraktivt å fiske i Longum (Bjørn Bjelkevik, Kåre B. Kristensen, pers. medd.). I tillegg har sørven i de senere år hatt mye bendelorm.

Diskusjon av mulige tiltak

Longum ligger strategisk til i utkanten av Arendal og er viktig i rekreasjonsmessig sammenheng, bl.a. for sportsfiske. Av den grunn burde det satses på tiltak for å gjenopprette gode fiskemuligheter i innsjøen. For å rette den negative utviklingen i fiskesamfunnene i Longum, samt å kultivere innsjøen, er det viktig med et samarbeid mellom grunneierne, Arendal kommune, Fylkesmannens miljøvernavdeling og Arendal Jeger- og Fiskeforening.

Ål

Det foreslås to tiltak for å bedre forholdene for oppgang av ålelarver til Longum: (1) Montering av et oppgangsrør for ål over utløpsdammen fra Langsæ. Rør til dette formålet blir produsert i Danmark (Dag Matzow pers. medd.). For å få noe vann i røret, må det felles litt ned i dammuren. (2) Foreta en gjennomgang av eksisterende utslippspunkter fra industrilokalene langs Barbuelva for å unngå utslipp i framtiden.

Sørv

For å få ned bestanden av sørv burde det vært drevet et intensivt teinefiske etter denne fiskearten. Det er likevel svært uvisst hvordan dette vil slå ut, og det kreves sannsynligvis en uforholdsmessig stor innsats. Et alternativ kunne være å avgrense et slikt intensivt teinefiske til Øvre Longum eller en av kilene i Longum. I følge Dahl og Aass (1997) er det allerede funnet sørv i Nordnestjenna og Engelstjenna. Det er viktig at det ikke blir spredd sørv til nærliggende innsjøer i vassdraget eller til andre vassdrag. I følge lov om laksefisk og innlandsfisk er det "forbudt å sette ut anadrome laksefisk, innlandsfisk og levende rogn eller unger av disse arter i vassdrag, fjorder og havområder, samt andre levende organismer i vassdrag uten tillatelse fra departementet" (Anon. 1992, jfr. Anon. 1993). Det er også forbudt i følge dyrevernloven å fiske med levende agn (jfr. Anon. 1993).

Aure

Det blir i denne sammenhengen ikke ansett som realistisk å åpne Barbuelva videre for oppgang av sjøaure til Langsæ og Longum. For å få opp interessen for sportsfiske i Longum ble det i 1979 anbefalt utsetting av 2-somrig aure (Boman og Andreassen 1982). Dette er ikke lenger aktuelt etter nyere retningslinjer for fiskekultivering (jfr. Matzow og Simonsen 1997). Det som nå kan være aktuelt er å forsøke med en reetablering av auren. Ved befaring synes bekken fra Nordnestjenna og ned i Øvre Longum å kunne være egnet til formålet. Et parti i den øvre delen av bekken er utsprengt og senket. Vannet renner relativt fort, samtidig som det ikke er altfor grunt. Substratet består av ganske grov stein, som kan forbedres med utlegging av gytegrus. Grusen kan tippes ned i bekken fra vegen som går til Nordnes. Forholdene på stedet bør vurderes ved liten vannføring før tiltak iverksettes. Dessuten må det innhentes tillatelse fra grunneierne.

Det største problemet for å få etablert en aurestamme i Longum er forekomsten av gjedde både i Nordnestjenna og Øvre Longum. I bekker hvor gjedda kommer til, er den på plass på forsommeren så snart aureyngelen kommer opp av grusen (Bjørn Barlaup pers. medd.). For å legge hindringer i vegen for gjedda, foreslås det å legge ut steiner i bekken nedover fra utlagt gytegrus som kan være gjemmesteder for småfisk. For å hindre oppgang av gjedde fra Øvre Longum foreslås det dessuten å lage et oppgangshinder i form av en lem som vannet renner over. Den må utformes slik at en del av lemmen kan tas ut om høsten for å slippe opp gytefisk. Det finnes også gjedde i Nordnestjenna (MVA 1992), men dette er trolig et mindre problem, i og med at den ligger oppstrøms den aktuelle gytestrekningen. Dersom det likevel skulle bli et problem med nedgang av gjedde fra Nordnestjenna, kan det være aktuelt med intensivt garnfiske på gjedde i innsjøen. En alternativ strekning for utlegging av gytegrus er bekken nedenfor Krakstadvatn. Her vil en være mindre utsatt for gjedde, men en annen ulempe er at bekkefareten oppover langs Skjulestad-jordene er tilgrodd med takrør. Tiltaket bør likevel vurderes. Bekken var tidligere en ganske god gytebekk for auren (Torjus A. Skjævestad, pers. medd.).

Aure til reetablering må hentes fra vassdraget, enten fra Barbuelva eller fra bekkene oppe ved Granestua. I kultiveringssammenheng er grensa for oppvandring av anadrom fisk et hovedskille i vassdragene (jfr. Matzow og Simonsen 1997). P.g.a. smittefaren skal det derfor ikke flyttes fisk fra anadrom til ikke-anadrom strekning uten at det stilles strenge krav til smitteforbyggende tiltak. Overføring av fisk eller rogn fra Barbuelva krever gyldig helse- og opprinnelsesattest fra fylkesveterinæren (Dag Matzow pers. medd.).

Derimot er det ikke noe problem å flytte fisk den andre veien. Det betyr at det er enklest og sikrest å flytte fisk ned fra Granestua-området til bekkene overfor Øvre Longum. Ved overføring fra Granestua

vil det trolig være tilstrekkelig med løyve fra Fylkesmannens miljøvernavdeling. En må imidlertid forsikre seg om at det er tilstrekkelig med fisk til å ta av. Overføring kan gjøres ved at det tas rogn fra gytefisk for befruktning og nedgraving i substratet, eller at moden gytefisk overføres til bekken i gytetida. Det sikreste ville sannsynligvis være å grave ned befrukta rogn direkte i bekken.

4.4 Vurdering av behov for tiltak

Vannkjem

De vannkjemiske undersøkelsene i Barbuvasdraget 1995-1997 viser at det fortsatt er et stykke igjen før vannkvaliteten kan karakteriseres som akseptabel på alle lokaliteter. Spesielt gjelder dette Jovann og de to bassengene i Langsæ, hvor det sannsynligvis fortsatt er en del kloakkutslipp. For å komme nærmere en akseptabel vannkvalitet i hele vassdraget, foreslås følgende tiltak:

- Videreføring av arbeidet med å:
 - knytte husstander til offentlig kloaknett
 - utbedring av lekkasjer, overløp eller feilkoblinger på eksisterende kloaknett
- Unngå at rent overvann fra utbygde områder føres inn på kloaknettet. I f.eks. Jovann og Langsæ V som har store bebygde arealer i nedbørfeltet, vil avskjæring av rent overvann redusere innsjøenes vanngjennomstrømning og dermed også deres resipientkapasitet.
- Fortsatt oppfølging av restaureringstiltaket i Langsæ V. Vurdere installasjon av bobleanlegg for å sikre en akseptabel oksygenmetning i tørkeperioder om sommeren, da det ikke kan tappes bunnvann av hensyn til vannstanden i innsjøen.
- Utarbeidelse av nytt forurensningsregnskap for vassdraget for å vurdere næringsstoffbidraget fra ulike kilder.
- Gjennomføre en ny vannkvalitetsundersøkelse om ca. 5 år for å vurdere effekten av gjennomførte tiltak.

Fisk

Det bør satses på tiltak for å gjenopprette gode fiskemuligheter i vassdraget:

- Det foreslås to tiltak for å bedre forholdene for oppgang av ålelarver til Longum: (1) Montering av et oppgangsrør for ål over utløpsdammen fra Langsæ. (2) Foreta en gjennomgang av eksisterende utslippspunkter fra industrilokalene langs Barbuelva for å unngå utslipp i framtida.
- Det må unngås at sørven sprer seg videre til andre innsjøer i nærområdet. Det burde vært drevet et intensivt teinefiske etter sørv, men pga. at dette vil kreve en uforholdsmessig stor innsats, foreslås det at aktiviteten begrenses til Øvre Longum eller en av kilene i Longum.
- For å forsøke en reetablering av aure i Longum foreslås:
 - Utlegging av gytegrus på bekken mellom Nordnestjenna og Øvre Longum.
 - Etablere skjul for småauren ved utlegging av stein i tilknytning til gyteområdet.
 - Lage enkel oppgangssperre i bekken for å hindre gjedde i å komme opp fra Øvre Longum
 - Vurdere utfisking av gjedde i Nordnestjenna.
 - Overføre befrukta aurerogn fra Granestua-området til manipulert gyteområde i bekken fra Krakstadvatn og mellom Nordnestjenna og Øvre Longum.
 - Etterundersøkelser i form av elfiske.

5. Litteratur

- Allen, K.R. 1935. The food and migration of perch (*Perca fluviatilis*) J. Anim. Ecol. 4: 264-273.
- Andersen, J. M. 1975. Influence of pH on release of phosphorus from lake sediments. Arch. hydrobiol. 76: 411-419.
- Andersen, J.R, Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Anon. 1992. Lov 15. mai 1992 nr. 47 om laksefisk og innlandsfisk m.v. Miljøverndepartementet, 23 s.
- Anon. 1993. Stopp spredningen av fiskearter. Direktoratet for naturforvaltning, brosjyre.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport, løpenr. 2001, 44 s.
- Boman, E. 1983. Barbuvasdraget. Overvåkingsundersøkelse 1981-1982. NIVA-rapport 1542, 35 s.
- Boman, E. 1985. Barbuvasdraget. Overvåkingsundersøkelse 1983-1984. NIVA-rapport 1802, 37 s.
- Boman, E. og Andreassen, A. 1981. Barbuvasdraget. Øvre vassdragsavsnitt. Fylkesrådmannen i Aust-Agder, utbyggingsavdelingen, 18 s + vedlegg.
- Boman, E. og Andreassen, A. 1982. Barbuvasdraget. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen, 18 s + vedlegg.
- Brettum, P. 1981. Planteplanktonanalyser fra innsjøer i Barbuvasdraget, Arendal, 1979 og 1980. NIVA-rapport 1278, 25 s.
- Dahl, K.A. og Aass, A. 1997. Fisketiltaksplan for Arendal kommune. Høringsutkast, Landbrukskontoret, April 1997, 62 s.
- DNMI 1998. Meteorologisk stasjon 3606 Arendal brannstasjon, nedbørhøyder for 1997 samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Ekløv, P. and Hamrin, S.F. 1989. Predary efficiency and prey selection: interactions between pike *Esox lucius*, perch *Perca fluviatilis* and rudd *Scardinius erythrophthalmus*. Oikos 56: 149-156.
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D.O. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofistilstanden i 355 innsjøer i Norge, Statlig program for forurensningsovervåkning rapport nr. 389/90, løpenr. 2355, 57 s.
- Helland, A. 1904. Topografisk-statistisk beskrivelse over Nedenes amt. Anden del. Byerene og herrederne. Forlagt af H. Aschehoug & Co (W. Nygaard), Kristiania 1904, 620 s.
- Hetting, M. 1887. Om Forplantelse af Fisk til vore Indsjøer og Elve. Separat Aftryk. Grøndahl & Søns Bogtrykkeri, Kristiania, 14 s.
- Hindar, A. and Kleiven, E. 1990. Chemistry and fish status of 67 acidified lakes at the coast of Aust-Agder, Southern Norway, in relation to postglacial marine deposits. Acid Rain Research. Report 21/1990. NIVA. 47 pp.
- Hindar, A. og Brettum, P. 1987. Barbuvasdraget. Overvåkingsundersøkelse 1986. NIVA-rapport 2061, 46 s.
- Hindar, A. og Brettum, P. 1988. Barbuvasdraget. Overvåkingsundersøkelse 1987. NIVA-rapport 2176, 39 s.
- Holtan, H. 1965. Vannforsyning til Arendalsregionen. En fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse, NIVA-rapport, O-6/64, 43 s.

- Hovind, A. 1968. Longum. Sp. 2054-2055 i: Jensen, K.W. (red.) Sportsfiskerens Leksikon 2. Gyldendal Norsk Forlag, 2635 sp.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillæg om krebsen. Centraltrykkeriet. Kristiania. 106 s. + vedlegg.
- Jensen, K.W. 1984a. Drift av fiskevann. S. 91-106 i: Jensen, K.W. (red.) Sportsfiskerens leksikon. Kunnskapsforlaget, 850 s.
- Jensen, K.W. 1984b. Sørø. S. 713-714 i: Jensen, K.W. (red.) Sportsfiskerens leksikon. Kunnskapsforlaget, 850 s.
- Kaste, Ø. og Håvardstun, J. 1997. Overvåking av Mjøvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1996. NIVA-rapport nr. 3629, 21 s.
- Kaste, Ø., Henriksen, A., and Hindar, A. 1997a. Retention of atmospherically-derived nitrogen in subcatchments of the Bjerkreim River in Southwestern Norway. *Ambio* 26: 296-303.
- Kaste, Ø., Brettum, P., Håvardstun, J., Kleiven, E., Norgaard, E., Skiple, A. og Walseng, B. 1997b. Molands- og Langangsvassdraget i Aust-Agder - Næringsstofftilførsler, vannkvalitet, plankton og fiskebestander. NIVA-rapport, løpenummer 3647-97, 76 s.
- Kleiven, E. 1994. Fisk. S. 132-140 i: Anon. (red.). Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 1992. Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 1994-3, 209 s.
- Kleiven, E., Kroglund, F. og Matzow, D. 1989. Abboren i Store Finntjenn, Aust-Agder, før og etter kalking. Direktoratet for naturforvaltning. DN-rapport nr. 11-1989, 36 s.
- Kleiven, E., Matzow, D., Linløkken, A. og Vethe, A. 1990. Regionale fiskeundersøkjinger i Gjerstadvassdraget. Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 1990-8, 52 s.
- Knutsen, S. 1995. Prøvefiske med vannanalyser i Bjellandsvann. En semesteroppgave ved Norges Landbrukshøgskole 1995, 25 s. + 1 vedlegg.
- Kroglund, F. og Hindar, A. 1990. Barbuvasdraget. Overvåkingsundersøkelse 1988 og 1989. NIVA-rapport 2419, 31 s.
- L'Abée-Lund, J.H. 1985a. Aldersbestemmelse av norske ferskvannsfisk. *Fauna* 38: 44-49.
- L'Abée-Lund, J.H. 1985b. Fiskeribiologisk undersøkelse i Jordkjennstjern, Aust-Agder. Et vann med nylig implantert gjedde. Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvernavdelingen. Rapport nr. 6-85, 32 s.
- L'Abée-Lund, J.H., Kleiven, E. og Matzow, D. 1986. Fiskeribiologisk undersøkelse i Temse. Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvernavdelingen. Rapport nr. 3-86, 30 s.
- Lande, A. og Brettum, P. 1986. Barbuvasdraget. Overvåkingsundersøkelse 1985. NIVA-rapport 1928, 51 s.
- Matzow, D. og Simonsen, J.H. 1997. Kultiveringsplan for innlandsfisk, laks og sjøaure i Aust-Agder. Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvernavdelingen. Høringsutgave 199758 s. + 5 vedlegg.
- Matzow, D., Simonsen, J.H. og Valland, N. 1990. Registrering av sjørretvassdrag i Aust-Agder 1988 1989. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen, rapport nr. 5-1990, 66 s.
- Mauck, W.L. and Coble, D.W. 1971. Vulnerability of some fishes to northern pike (*Esox lucius*) predation. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 28: 957-969.
- Muus, B.J. og Dahlstrøm, P. 1968. Europas ferskvannsfisk. Gyldendal Norsk Forlag, 224 s.
- MVA, 1992. Fiskeregisteret, Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen.
- Pethon, P. 1994. Aschehougs store Fiskebok. 3. utgave. Aschehoug, 447 s.

- Qvenild, T. 1982. Årsrapport for 1981. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Fiskerikonsulenten for Aust- og Vest-Agder. Brev av 5. januar 1992, 2 s.
- Robinson, C.L.K. 1989. Laboratory survival of four prey in the presence of northern pike. *Can. J. Zool.* 67: 418-420.
- Rørslett, B. og Mjelde, M. 1980. Vegetasjonskartlegging av Barbuassdraget, Arendal. NIVA-rapport 1230, 17 s.
- SIFF. 1976. Kvalitetskrav til vann. Statens institutt for folkehelse. 52 s.
- SIFF. 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. G2. Statens institutt for folkehelse. 72 s.
- Skjelkvåle, B.L. (red.) 1996. Overvåking av langtransportert forurensert luft og nedbør. Årsrapport - effekter 1995. Statens forurensningstilsyn (SFT), rapport 671/96, 193 s.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. og Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statens forurensningstilsyn, rapport 677/96, 73 s.
- Statens Helsetilsyn. 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94.
- Thorpe, J.E. 1977. Synopsis of biological data on the perch, *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 and *Perca flavescens* Mitchill 1814. FAO Fisheries Synopsis No. 113. 138 s.
- Våje, P.I. 1991. Forurensning i Barbuassdraget. Med hovedvekt på tilførsler av nitrogen og fosfor. Semesteroppgave ved Landbrukshøgskolen - Ås, 61 s.
- Weierholt, K. 1959. Austre Moland. Ei bygdebok. Sverre Kildahls Boktrykkeri. Tvedestrand 1959, 451 s.
- Aass, A. 1997. Fiskedød i Barbuelva, kort notat. Notat 4 s.

Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem

Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut tabellen nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnethet av vannet for ulike brukerinteresser som drikkevann-råvann, friluftsbad og rekreasjon, fritidsfiske og jordvanning - åker og eng.

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen *et al.* 1997).

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringssalter	<i>Total fosfor, µg P/l</i>	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	<i>Klorofyll a, µg/l</i>	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>Prim. prod., g C/m² år</i>	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	<i>Total nitrogen, µg N/l</i>	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	<i>TOC, mg C/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Fargetall, mg Pt/l</i>	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	<i>Oksygen, mg O₂/l</i>	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	<i>Oksygenmetning, %</i>	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>KOF_{Mn}, mg O/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Jern, µg Fe/l</i>	<50	50-100	100-300	300-600	>600
	<i>Mangan, µg Mn/l</i>	<20	20-50	50-100	100-150	>150
Forsurende stoffer	<i>Alkalitet, mmol/l</i>	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	<i>pH</i>	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Partikler	<i>Turbiditet, FTU</i>	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	<i>Suspendert stoff, mg/l</i>	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Tarmbakterier	<i>Termotol koli. bakt., ant./100 ml</i>	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
Miljøgifter (tungmetaller) i vann	<i>Kobber, µg Cu/l</i>	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	<i>Sink, µg Zn/l</i>	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	<i>Kadmium, µg Cd/l</i>	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	<i>Bly, µg Pb/l</i>	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	<i>Nikkel, µg Ni/l</i>	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	<i>Krom, µg Cr/l</i>	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	<i>Kvikksølv, µg Hg/l</i>	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Nøkkelparametre er gitt i kursiv.

Vedlegg B. Primærdata

Forkortelser:

TOC	Totalt organisk karbon	NH4N	Ammonium	TKB	Termostabile koliforme bakterier
K25	Konduktivitet	TOTP	Total fosfor	O2	Løst oksygen
K	Kalium	PO4P	Fosfat	Temp	Temperatur
NO3N	Nitrat	FARG	Vannfarge	Sikt	Siktedyp
TOTN	Total nitrogen	TURB	Turbiditet (partikkelinnhold)		

STNUM	DATO	DYP	pH	TOC mg/L	K25 mS/m	K mg/L	NO3N µg/L	TOTN µg/L	NH4N µg/L	TOTP µg/L	PO4P µg/L	FARG mg Pt/L	TURB FTU	KLA µg/L
1 Longum inn	27/06/95	0	6,47	6,0	6,00	0,94	235	580	5	13	2	38	0,5	
1 Longum inn	07/08/95	0	6,29	5,2	6,10	0,76	10	330	10	10	2	30	0,3	
1 Longum inn	31/08/95	0	6,03	3,9	9,60	1,16	30	375	20	16	2	21	0,7	
1 Longum inn	26/09/95	0	6,06	6,9	5,50	1,12	265	660	30	15	<2	52	0,8	
1 Longum inn	25/10/95	0	6,08	6,5	5,90	1,12	265	630	65	11	3	54	1,3	
1 Longum inn	30/05/96	0	6,44	5,3	6,13	1,02	520	985	5	11	2	32	0,5	
1 Longum inn	26/06/96	0	6,51	5,2	6,29	1,17	225	555	20	14	<2	30	0,5	
1 Longum inn	16/07/96	0	6,35	5,0	6,47	1,02	110	410	20	11	<2	29	0,4	
1 Longum inn	20/08/96	0	6,17	4,9	6,90	0,97	30	340	20	10	3	31	0,4	
1 Longum inn	12/09/96	0	6,15	5,5	6,95	1,14	<10	225	5	12	<2	28	1,0	
1 Longum inn	29/10/96	0	6,34	5,6	6,51	1,18	305	640	85	11	3	43	0,8	
1 Longum inn	17/06/97	0	6,73	5,3	7,24	1,15	61	520	9	16	2	29	0,7	
1 Longum inn	08/07/97	0	6,48	5,4	7,03	1,06	15	340	15	11	<2	31	0,6	
1 Longum inn	11/08/97	0	8,25	5,3	8,56	1,05	2	585	27	43	6	33	1,8	
1 Longum inn	22/09/97	0	6,85	6,1	7,13	1,06	8	385	6	22	<2	29	0,8	
1 Longum inn	27/10/97	0	6,62	6,0	6,78	1,13	185	595	101	11	2	40	1,7	
1 Longum inn	Mid	0	6,49	5,5	6,82	1,07	142	510	28	15	2	34	0,8	
1 Longum inn	Min	0	6,03	3,9	5,50	0,76	2	225	5	10	2	21	0,3	
1 Longum inn	Max	0	8,25	6,9	9,60	1,18	520	985	101	43	6	54	1,8	
2 Longum	31/05/95	0-4	6,93	4,0	14,60	0,68	440	680	30	9	4	18	0,2	1,2
2 Longum	27/06/95	0-4	6,98	4,1	9,19	1,33	370	650	10	7	<2	20	0,2	2,6
2 Longum	07/08/95	0-4	7,16	4,4	9,17	1,32	240	495	5	5	2	15	0,3	3,0
2 Longum	31/08/95	0-4	7,14	3,8	9,80	1,32	195	465	5	10	<2	15	0,3	8,3
2 Longum	26/09/95	0-4	6,63	4,8	8,27	1,34	365	730	15	9	<2	28	0,6	4,2

STNUM	DATO	DYP	pH	TOC mg/L	K25 mS/m	K mg/L	NO3N µg/L	TOTN µg/L	NH4N µg/L	TOTP µg/L	PO4P µg/L	FARG mg Pt/L	TURB FTU	KLA µg/L
2 Longum	25/10/95	0-4	6,65	4,4	8,29	1,32	350	670	20	6	2	30	0,3	1,0
2 Longum	30/05/96	0-4	6,89	4,5	8,88	1,41	465	865	10	13	<2	20	0,4	3,8
2 Longum	26/06/96	0-4	7,10	4,5	9,00	1,45	395	710	10	5	<2	17	0,2	7,6
2 Longum	16/07/96	0-4	7,24	4,5	9,23	1,38	340	630	10	7	<2	15	0,3	3,0
2 Longum	20/08/96	0-4	7,36	4,2	9,07	1,41	280	520	10	7	4	17	0,3	3,3
2 Longum	12/09/96	0-4	7,24	5,1	9,48	1,38	240	575	15	6	<2	16	0,9	6,9
2 Longum	29/10/96	0-4	6,77	3,8	9,28	1,44	335	550	50	6	3	19	0,6	1,6
2 Longum	17/06/97	0-4	7,17	4,2	9,44	1,41	320	550	6	4	<2	14	0,3	1,9
2 Longum	08/07/97	0-4	7,00	4,1	9,38	1,43	255	565	14	6	<2	14	0,5	2,7
2 Longum	11/08/97	0-4	8,26	4,3	9,76	1,45	165	455	14	6	<2	14	0,6	5,5
2 Longum	23/09/97	0-4	7,16	4,9	9,40	1,25	165	435	9	6	<2	16	0,5	8,0
2 Longum	28/10/97	0-4	6,89	3,6	9,16	1,36	265	535	24	7	2	16	1,1	2,0
2 Longum	Mid	0-4	7,09	4,3	9,49	1,33	305	593	15	7	2	18	0,4	3,9
2 Longum	Min	0-4	6,63	3,6	8,27	0,68	165	435	5	4	2	14	0,2	1,0
2 Longum	Max	0-4	8,26	5,1	14,60	1,45	465	865	50	13	4	30	1,1	8,3
3 Jovann	31/05/95	0-4	7,13	6,1	15,20	2,40	490	840	25	17	<2	30	0,4	12,8
3 Jovann	27/06/95	0-4	7,20	6,3	14,70	2,32	345	850	15	15	<2	34	0,4	20,9
3 Jovann	07/08/95	0-4	7,37	6,7	14,10	2,38	130	640	25	18	2	35	0,5	54,9
3 Jovann	31/08/95	0-4	7,27	6,0	15,30	2,23	60	470	25	11	<2	34	0,5	17,8
3 Jovann	26/09/95	0-4	6,97	4,9	12,80	2,52	360	950	10	30	2	56	0,7	44,0
3 Jovann	25/10/95	0-4	6,86	7,9	13,10	2,56	330	820	70	14	2	59	0,6	7,3
3 Jovann	04/06/96	0-4	7,12	6,6	14,80	2,54	645	1150	10	18	2	30	0,6	8,9
3 Jovann	26/06/96	0-4	7,30	6,5	13,80	2,55	510	935	15	18	2	30	0,7	19,7
3 Jovann	16/07/96	0-4	7,48	6,1	14,00	2,43	355	740	20	11	<2	27	0,5	8,1
3 Jovann	20/08/96	0-4	7,39	6,7	14,10	2,58	215	890	10	20	<2	29	0,5	46,7
3 Jovann	12/09/96	0-4	7,17	7,0	14,20	2,54	165	615	20	26	<2	36	1,3	34,7
3 Jovann	29/10/96	0-4	6,89	5,8	13,80	2,55	280	620	95	13	2	38	0,8	2,9
3 Jovann	17/06/97	0-4	7,46	6,5	15,20	2,60	365	745	14	12	<2	29	0,7	11,5
3 Jovann	08/07/97	0-4	7,28	6,4	15,00	2,50	265	650	27	11	2	33	0,7	11,2
3 Jovann	11/08/97	0-4	8,41	7,1	15,30	2,50	101	535	39	11	2	34	0,9	9,8
3 Jovann	23/09/97	0-4	7,45	7,6	15,10	2,52	90	545	12	19	2	33	1,2	25,7
3 Jovann	28/10/97	0-4	7,14	7,1	14,80	2,62	124	595	110	12	<2	36	1,1	6,3
3 Jovann	Mid	0-4	7,29	6,6	14,43	2,49	284	741	32	16	2	35	0,7	20,2
3 Jovann	Min	0-4	6,86	4,9	12,80	2,23	60	470	10	11	2	27	0,4	2,9
3 Jovann	Max	0-4	8,41	7,9	15,30	2,62	645	1150	110	30	2	59	1,3	54,9
4 Langsæ Ø	31/05/95	0-4	6,89	3,9	10,10	1,40	445	660	15	7	<2	18	0,3	1,6
4 Langsæ Ø	27/06/95	0-4	6,87	4,1	9,72	1,38	415	670	15	8	<2	19	0,3	3,2

STNUM	DATO	DYP	pH	TOC mg/L	K25 mS/m	K mg/L	NO3N µg/L	TOTN µg/L	NH4N µg/L	TOTP µg/L	PO4P µg/L	FARG mg Pt/L	TURB FTU	KLA µg/L
4 Langsæ Ø	07/08/95	0-4	6,97	4,1	9,47	1,44	225	465	<5	9	<2	16	0,3	4,2
4 Langsæ Ø	31/08/95	0-4	7,08	3,7	10,60	1,55	175	465	20	9	<2	16	0,4	5,1
4 Langsæ Ø	26/09/95	0-4	6,58	4,5	8,52	1,34	375	700	30	11	<2	26	0,5	6,9
4 Langsæ Ø	25/10/95	0-4	6,61	4,5	8,65	1,40	390	740	70	19	5	29	0,4	1,5
4 Langsæ Ø	30/05/96	0-4	6,80	4,7	9,53	1,47	520	845	5	12	2	19	0,4	7,0
4 Langsæ Ø	26/06/96	0-4	6,94	4,5	9,60	1,54	415	790	45	11	3	18	0,3	2,5
4 Langsæ Ø	16/07/96	0-4	6,92	3,6	9,97	1,65	365	740	30	16	3	22	0,4	5,8
4 Langsæ Ø	20/08/96	0-4	7,21	4,5	10,10	1,65	245	680	70	16	3	16	0,5	7,1
4 Langsæ Ø	12/09/96	0-4	7,21	4,8	10,70	1,80	315	815	150	18	2	18	0,9	6,6
4 Langsæ Ø	29/10/96	0-4	6,80	3,9	9,83	1,56	415	800	65	11	4	21	0,7	1,3
4 Langsæ Ø	17/06/97	0-4	7,20	4,4	10,20	1,59	311	615	45	10	7	14	0,6	4,3
4 Langsæ Ø	08/07/97	0-4	7,03	4,0	10,30	1,66	235	625	60	14	2	15	0,9	7,2
4 Langsæ Ø	11/08/97	0-4	8,27	4,0	11,00	1,77	73	570	75	23	4	16	1,2	12,0
4 Langsæ Ø	23/09/97	0-4	7,32	4,9	11,10	1,65	200	625	38	18	3	18	1,0	14,4
4 Langsæ Ø	28/10/97	0-4	6,89	4,0	9,81	1,49	300	585	34	9	3	18	0,5	2,7
4 Langsæ Ø	Mid	0-4	7,03	4,3	9,95	1,55	319	670	45	13	3	19	0,6	5,5
4 Langsæ Ø	Min	0-4	6,58	3,6	8,52	1,34	73	465	5	7	2	14	0,3	1,3
4 Langsæ Ø	Max	0-4	8,27	4,9	11,10	1,80	520	845	150	23	7	29	1,2	14,4
5 Langsæ V	31/05/95	0-4	6,94	4,2	10,00	1,43	390	760	30	35	<2	19	0,4	5,1
5 Langsæ V	27/06/95	0-4	6,86	4,3	9,66	1,42	350	660	10	12	<2	21	0,5	3,2
5 Langsæ V	07/08/95	0-4	6,91	4,5	9,46	1,41	120	450	30	20	3	20	0,6	4,0
5 Langsæ V	31/08/95	0-4	6,90	4,1	10,50	1,54	55	500	65	21	5	19	1,5	10,1
5 Langsæ V	26/09/95	0-4	6,80	4,1	9,67	1,63	390	680	20	14	2	22	0,6	3,2
5 Langsæ V	25/10/95	0-4	6,67	4,4	8,76	1,47	345	770	55	12	4	32	0,5	1,7
5 Langsæ V	30/05/96	0-4	6,87	5,1	9,55	1,50	490	830	5	15	2	20	0,5	9,9
5 Langsæ V	26/06/96	0-4	7,00	4,6	9,58	1,53	350	735	30	12	2	19	0,5	3,0
5 Langsæ V	16/07/96	0-4	7,02	4,1	9,73	1,48	245	680	45	24	2	17	0,6	7,0
5 Langsæ V	20/08/96	0-4	7,19	5,3	10,00	1,61	140	610	20	28	2	17	0,8	17,3
5 Langsæ V	12/09/96	0-4	7,25	4,6	10,40	1,67	50	540	10	39	3	19	1,6	35,2
5 Langsæ V	29/10/96	0-4	6,82	4,2	10,70	1,79	410	890	110	18	6	21	1,1	2,0
5 Langsæ V	17/06/97	0-4	7,20	4,4	9,96	1,53	240	565	28	10	<2	15	0,6	5,7
5 Langsæ V	08/07/97	0-4	6,96	4,2	10,10	1,59	155	540	25	17	3	18	0,8	12,6
5 Langsæ V	11/08/97	0-4	8,29	4,3	11,20	1,78	<10	440	27	34	6	18	1,6	28,0
5 Langsæ V	23/09/97	0-4	7,37	5,6	11,40	1,77	84	535	42	27	4	27	1,4	14,7
5 Langsæ V	28/10/97	0-4	7,04	4,0	10,80	1,77	255	610	52	20	3	18	1,5	11,9
5 Langsæ V	Mid	0-4	7,06	4,5	10,09	1,58	240	635	36	21	3	20	0,9	10,3
5 Langsæ V	Min	0-4	6,67	4,0	8,76	1,41	10	440	5	10	2	15	0,4	1,7
5 Langsæ V	Max	0-4	8,29	5,6	11,40	1,79	490	890	110	39	6	32	1,6	35,2

STNUM		DATO	O2, mg/L)	TEMP, °C 1m	TEMP, °C 4m	TEMP, °C)	SIKT, m 0 m	TKB, /100 ml
Dyp								
1	Longum inn	27/06/95						20
1	Longum inn	07/08/95						>300
1	Longum inn	31/08/95						260
1	Longum inn	26/09/95						20
1	Longum inn	25/10/95						3
1	Longum inn	30/05/96						63
1	Longum inn	26/06/96						10
1	Longum inn	16/07/96						10
1	Longum inn	20/08/96						1
1	Longum inn	12/09/96						5
1	Longum inn	29/10/96						40
1	Longum inn	17/06/97						0
1	Longum inn	08/07/97						4
1	Longum inn	11/08/97						8
1	Longum inn	22/09/97						0
1	Longum inn	27/10/97						1
1	Longum inn	Mid						47
1	Longum inn	Min						0
1	Longum inn	Max						300
2	Longum	31/05/95	9,5	15,5	13,6	5,7	6,5	1
2	Longum	27/06/95	8,6	21,6	16,9	5,6	5,8	1
2	Longum	07/08/95	6,9	22,3	21,9	5,8	6,0	7
2	Longum	31/08/95	6,0	18,7	18,7	6,0	6,0	0
2	Longum	26/09/95	5,9	11,5	12,0	5,2	5,0	10
2	Longum	25/10/95	5,3	10,2	10,2	5,8	5,2	3
2	Longum	30/05/96	8,7	11,9	10,8	5,7	5,4	1
2	Longum	26/06/96	8,1	19,1	16,4	5,7	6,4	1
2	Longum	16/07/96	7,6	19,1	18,7	6,1	4,8	2
2	Longum	20/08/96	6,4	21,4	19,8	5,8	5,0	1
2	Longum	12/09/96	5,1	16,3	16,3	5,9		0
2	Longum	29/10/96	4,8	9,6	9,6	5,5	5,5	5
2	Longum	17/06/97	8,8	20,1	19,3	6,5	7,0	0
2	Longum	08/07/97	8,1	20,6	19,3	7,0	6,0	0
2	Longum	11/08/97	7,0	23,9	23,2	6,5	5,6	0
2	Longum	23/09/97	5,1	14,0	14,0	6,3	5,0	0
2	Longum	28/10/97	3,9	7,5	7,6	5,1	6,8	2
2	Longum	Mid						2
2	Longum	Min						0
2	Longum	Max						10
3	Jovann	31/05/95	0,4	17,3	11,8	6,3	3,8	1
3	Jovann	27/06/95	0,0	21,7	11,5	5,0	4,6	3
3	Jovann	07/08/95	0,0	22,6	15,7	6,2	4,0	125
3	Jovann	31/08/95	0,0	18,2	16,6	4,5	3,0	8
3	Jovann	26/09/95	0,1	11,8	11,3	5,3	2,3	120
3	Jovann	25/10/95	0,5	9,8	9,7	4,6	2,7	2
3	Jovann	04/06/96	0,0	15,6	9,3	5,5	3,1	18
3	Jovann	26/06/96	0,0	21,1	10,1	5,1	3,5	6
3	Jovann	16/07/96	2,2	19,7	17,0	6,8	3,3	2
3	Jovann	20/08/96	0,2	21,0	14,8	6,5	3,7	1
3	Jovann	12/09/96	0,0	15,4	13,5	6,4	3,5	0
3	Jovann	29/10/96	0,1	8,9	8,8	6,7	3,5	10
3	Jovann	17/06/97	7,3	21,1	10,7	5,7	5,4	2
3	Jovann	08/07/97	2,3	21,1	13,0	5,6	3,4	1
3	Jovann	11/08/97	0,2	24,1	15,4	5,8	3,5	4
3	Jovann	23/09/97	0,1	13,5	13,3	5,9	2,6	2

STNUM		DATO	O2, mg/L	TEMP, °C	TEMP, °C	TEMP, °C	SIKT, m	TKB, /100 ml
Dyp			*)	1m	4m	*)	0 m	
3	Jovann	28/10/97	0,7	5,9	5,9	4,9	3,4	1
3	Jovann	Mid						18
3	Jovann	Min						0
3	Jovann	Max						125
4	Langsæ Ø	31/05/95	4,8	15,7	10,7	4,0	6,3	4
4	Langsæ Ø	27/06/95	1,7	21,4	14,6	5,1	6,0	8
4	Langsæ Ø	07/08/95	0,4	22,2	18,1	5,1	5,0	45
4	Langsæ Ø	31/08/95	0,1	18,1	17,3	5,3	5,5	55
4	Langsæ Ø	26/09/95	0,1	11,5	11,5	4,5	4,7	>300
4	Langsæ Ø	25/10/95	0,1	10,0	9,9	5,0	4,5	>300
4	Langsæ Ø	30/05/96	0,4	12,2	8,8	4,0	5,2	100
4	Langsæ Ø	26/06/96	0,2	19,7	11,9		6,2	12
4	Langsæ Ø	16/07/96	1,1	19,1	12,6	4,4	3,0	55
4	Langsæ Ø	20/08/96	0,0	21,3	18,1	4,5	4,7	80
4	Langsæ Ø	12/09/96	0,3	15,7	15,7	4,5	4,4	300
4	Langsæ Ø	29/10/96	0,0	9,3	9,3	4,2	4,0	140
4	Langsæ Ø	17/06/97	1,5	20,4	13,7	5,8	4,9	4
4	Langsæ Ø	08/07/97	0,4	21,1	17,7	5,7	3,6	3
4	Langsæ Ø	11/08/97	0,0	23,6	18,2	6,0	2,9	5
4	Langsæ Ø	23/09/97	0,0	13,6	13,6	5,7	3,7	15
4	Langsæ Ø	28/10/97	0,0	6,6	6,7	5,4	6,5	6
4	Langsæ Ø	Mid						84
4	Langsæ Ø	Min						3
4	Langsæ Ø	Max						300
5	Langsæ V	31/05/95	6,0	15,7	12,7	18,2	5,6	6
5	Langsæ V	27/06/95	7,6	21,8	17,2	10,7	5,5	7
5	Langsæ V	07/08/95	5,2	22,4	20,9	15,6	3,5	50
5	Langsæ V	31/08/95	2,5	18,2	18,2	19,6	2,5	110
5	Langsæ V	26/09/95	7,8	11,9	11,9	11,9	4,2	10
5	Langsæ V	25/10/95	7,6	10,0	9,9	9,8	4,8	40
5	Langsæ V	30/05/96	7,7	12,0	9,9	8,7	3,7	9
5	Langsæ V	26/06/96	6,0	19,4	18,6	13,5	5,2	21
5	Langsæ V	16/07/96	3,9	19,5	18,8	17,3	3,5	55
5	Langsæ V	20/08/96	0,3	21,1	19,4	17,8	2,5	27
5	Langsæ V	12/09/96	8,3	15,9	15,9	15,9	2,8	35
5	Langsæ V	29/10/96	6,9	9,3	9,3	9,3	3,5	50
5	Langsæ V	17/06/97	6,4	20,5	17,9	15,7	4,1	11
5	Langsæ V	08/07/97	0,6	21,2	18,4	15,3	3,8	1
5	Langsæ V	11/08/97	0,0	23,8	19,9	13,8	2,5	1
5	Langsæ V	23/09/97	5,1	13,4	13,4	13,3	3,1	2
5	Langsæ V	28/10/97	7,7	5,9	5,9	5,9	3,9	8
5	Langsæ V	Mid						26
5	Langsæ V	Min						1
5	Langsæ V	Max						110

*) Dypvann.

Longum,	30 m
Jovann,	12 m
Langsæ Ø	19 m
Langsæ V	7 m

Vedlegg C. Utfyllende informasjon om fisk

C1. Fiskearter i Barbuassdraget - en historisk oversikt

Gjedde

Huifeldt-Kaas (1918) regner med at gjedda er innført i innsjøene langs Agder-kysten. Gjedde i Longum er første gang nevnt i skriftlige kilder i 1904 (Helland 1904). Jovann var sannsynligvis den første innsjøen i vassdraget hvor det ble sluppet gjedde (Kåre B. Kristensen pers. medd.). Derfra kan den ha kommet ned i Longum og Langsæ. Det foreligger imidlertid også opplysninger om at gjedda kom ut Langsæ fra en dam på Tamburodden som en danske hadde (Torjus A. Skjævestad, pers. medd.). I Aust-Agder finnes det i dag gjedde langs kysten fra Vegårvassdraget i øst til Landvikvassdraget i vest (Matzow og Simonsen 1997).

Gjedda skiller seg ut fra andre norske ferskvannsfisker med sin utforming og levesett som rovfisk. Leveområdene for gjedde er helst grunne, vegetasjonsrike innsjøer. Den lever vanligvis enkeltvis, ofte i vegetasjonsbeltet langs land. Gjedda kan vokse svært fort, vessentlig på fiskediett. På tross av at gjedda er en attraktiv sportsfisk, er det mange som ikke utnytter den.

Suter

Suteren ble innført til Solborgvatn ved Arendal tidlig på 1800-tallet av tyske eller hollandske bergverksfolk (Huifeldt-Kaas 1918). Arten ble spredd til mange innsjøer rundt Arendal utover på 1800-tallet. Til Langsæ kom suteren så sent som like før krigen (Kåre B. Kristensen pers. medd.). Han tok den første suteren som guttunge i 1941 eller 1942. I hans fars tid var det ikke suter i Langsæ. I Aust-Agder finner en i dag suter langs kysten vestover forbi Arendal (Matzow og Simonsen 1997).

Suteren er en kraftig, lett kjennelig karpefisk med høy kroppsform, kraftig haleparti og avrundede finner (Muus og Dahlstrøm 1968, Pethon 1994). Den trives best i vegetasjonsrike vann, der den lever av forskjellige næringsdyr og plantedeler. Veksten varierer mye etter forholdene den vokser opp under. Suteren er en interessant sportsfisk som gjør kraftig motstand ved fangst. Den er således en yndet fisk for meitere, som er ute etter rekordfisk. Som matfisk er den svært fin, men blir dessverre lite påaktet her i landet. I Mellom-Europa er suter vanlig i dambruk sammen med karpe fordi de to artene utnytter forskjellig næring (Muus og Dahlstrøm 1968, Pethon 1994).

Sørø

Sørøen har kommet til Aust-Agder i senere tid. Den har en naturlig utbredelse i Norge sør og vest for Øyeren (Huifeldt-Kaas 1918). I og med at den mangler i Øyeren, er det antatt at den er en av våre siste innvandrede ferskvannsfisker. Like etter århundreskiftet var sørøen spredd vestover til Kragerø. Senere har den spredd seg videre vestover. I årsrapporten for 1981 fra fiskerikonsulenten for Aust- og Vest-Agder opplyses det om nylig ankommen sørø i 3-4 vatn rundt Arendal (Qvenild 1982). Et av disse må være Longum, der sørøen trolig kom på slutten av 1970-tallet. I Bjellandsvatn kom det sørø tidlig på 1980-tallet (Knutsen 1995). Fra Arendalsområdet har sørøen spredd seg til Grimstad (Kleiven 1994, jfr. Matzow og Simonsen 1997).

Sørøen er en karpefisk som finnes i de fleste europeiske land (Muus og Dahlstrøm 1968, Pethon 1994). Vanlig lengde er 20-30 cm. Sørøen er knyttet til vegetasjonsbeltet i varme, grunne innsjøer og lever av plantekost supplert med insekter. Den er også glad i fiskerogn, og skal bl.a. ta rogn av tryte (Jensen 1984b). Sørøen ferdes i mindre stimer, iblant sammen med annen karpefisk (Muus og Dahlstrøm 1968, Pethon 1994). Veksten er langsom og den blir kjønnsmoden ved 2-3 års alder. Den har ingen verdi som matfisk.

Aure

At auren ble borte fra Longum er lett å sette i sammenheng med at det ble sluppet gjedde i vassdraget. Forholdet kan imidlertid være noe mer nyansert. Den eldste skriftlige opplysninga om gjedde i Longum er fra Helland (1904). Far til Kåre B. Kristensen (pers. medd.) var fødd i 1893 og han hadde fortalt at det hadde vært gjedde i Longum så lenge han hadde levd. I et par andre vassdrag i Aust-Agder har det vært gjedde svært lenge. Det ble sluppet gjedde i Temse ca. 1750 (Huitfeldt-Kaas 1918), og ut i Storelvvassdraget i Holt kom det gjedde i 1799 da en flom tok fiskedammen på Nes Verk (Helland 1904, Huitfeldt-Kaas 1918). Det er derfor ikke usannsynlig at det ble sluppet gjedde i Longum omtrent i samme tidsrom. Gjedde og aure kan således ha levd side om side i vassdraget i lang tid.

C2. Biotopendringer

Barbuvasdraget har gjennomgått vesentlige endringer gjennom tidene, noe som også har hatt innvirkninger på fiskebestandene. De første menneskelige inngrepene var utnyttelsen av Barbuelva til industrielle formål. Omkring 1830 ble det opparbeidet en kanal mellom Longum og Langsæ (Helland 1904). For over 100 år siden ble bekkeløpet på Skjævestad-jordene oppstrøms Longum rettet ut (Torjus A. Skjævestad pers. medd.). Bekken ble også rensket opp i 1956 samtidig som Nordnestjenna ble senket 1 m ved at utløpet ble sprengt ut. Samtidig ble Engelskjønn senket. I 1985 ble Krakstadvatn senket 1 m. Da ble en gammel steindam 300 m nedenfor utløpet av Krakstadvatn erstattet med en støpt damkrone. Det var ålekar ved den gamle steindammen, og det ble ivarettatt i den nye dammen ved at det ble støpt inn et grovt rør som vannet vanligvis renner gjennom.

C3. Observasjoner av fiskedød i Barbuelva

Opplysningene er omarbeidet fra Aass (1997)

Tidspunkt	Observasjon
sommer/avg. 89	All fisk strøk med i en omfattende fiskedødepisode
27.10.89	En god del død gytefisk, gjennomsnittsvest ca. 1 kg
07.6.90	All yngel fra Holthe og nesten ned til tunnelen var døde. Ingen døde overfor Holthe.
12.9.96	Mye død årsyngel og yngel, de fleste stasjonære, men også en gytefisk fra sjøen. Dette skjedde etter at den eneste store kulpen i elva (ovenfor Holthe) ble fylt igjen av sement 10.09 og pusset dagen etter. Aktiviteten medførte at elva var hvit begge dager. Det ble ikke observert død fisk ovenfor sementplattingen, men fisken var sløv og apatisk. Det ble observert døde års- og fjorårgamle ålelarver.
29.7.97	Mye død fisk nedenfor Holthe.
31.7.97	Observert kun en levende aure nedenfor Holthe, mens ingen var døde ovenfor. Utfra tilstanden til den døde fisken synes den akutte fiskedøden å ha inntruffet ca. 4 til 7 dager tidligere.